

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL

“INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE
HORMIGONES SOMETIDOS A ÁCIDO HÚMICO”

NOMBRE:

ESTEBAN GERARDO PÁEZ FERNÁNDEZ

DIRECTOR: ING. LAURO A. LARA CARRERA

QUITO, 2018

AGRADECIMIENTO

A Dios por la familia que me brindo, por ser la guía en el camino y brindarme la fuerza para seguir adelante.

A mis padres Gerardo y Consuelo, por ser el pilar fundamental en mi vida, quienes siempre me han apoyado y confiado en mí, son el mayor ejemplo de constancia, dedicación, sabiduría y amor.

A mi hermana Narciza, con quien he crecido y compartido aventuras, enseñanzas y el apoyo incondicional que siempre me ha dado.

A los Ingenieros, Lauro Lara, Juan Carlos Montero y Juan Merizalde, quienes han sido mentores y amigos a lo largo de mi estancia académica, por todos los conocimientos que me han transmitido a lo largo del tiempo.

Esteban Páez

DEDICATORIA

*A mis padres y hermana, por todo el esfuerzo y apoyo que siempre me han brindado,
siendo un gran ejemplo de perseverancia.*

Esteban

RESUMEN

El presente trabajo de investigación surge debido a las condiciones actuales dentro del proceso de construcción ya que se ha manifestado un bajo control de calidad durante la elaboración de hormigones que puedan estar sometidos a la acción de agentes agresivos en el entorno, debido al medio en donde vivimos este posee una variedad de climas y entornos que podrían disminuir las características físicas y mecánicas de los hormigones. De los ensayos de evaluación de las propiedades mecánicas el enfoque principal que se ha mantenido únicamente para fines estructurales, como resistencia a la compresión, obviando el mayor o menor contacto con los agentes presentes en la superficie aledaña a la obra.

En el desarrollo de la investigación se podrá visualizar los resultados de ensayos mecánicos y una evaluación física de las probetas de hormigón de resistencia 240 Kg/cm^2 que fueron sometidas a la acción de ácido Húmico en solución con diferentes concentraciones, 5%, 10% y 15%, para edades de 28, 56, 91 y 126 días; después de haber sido sometidos al contacto directo de estas soluciones por inmersión.

Se tomó en cuenta para la fabricación dos tipos de agregados pétreos, estos provienen de las minas de Pifo y Pomasqui, los materiales fueron calificados de acuerdo a la normativa vigente para la realización de hormigones estructurales, con el fin de determinar cuál material cumple con la mayoría de requisitos y de no ser el caso, la posible afectación que se genere después del proceso de curado por inmersión.

Al finalizar se podrá tener una visión acerca del comportamiento generado debido a las condiciones de afectación a las cuales fue sometido el hormigón.

INDICE

INDICE DE TABLAS	I
INDICE DE GRAFICOS	II
INDICE DE IMÁGENES	IV
1. CAPÍTULO I GENERALIDADES	1
1.2. ALCANCE	2
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
2. CAPITULO II: HORMIGON	3
2.1. INTRODUCCIÓN.....	3
2.2. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN	4
2.2.1. AGREGADOS PÉTREOS.....	4
2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS	5
2.3.1. SEGÚN SU PROCEDENCIA	5
2.3.2. SEGÚN SU TAMAÑO.....	5
2.3.3. SEGÚN SU DENSIDAD.....	6
2.3.4. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS	6
2.3.5. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	6
2.3.6. PROPIEDADES MECÁNICAS	9
3. CAPÍTULO III HORMIGÓN – PROPIEDADES.....	12
3.1. CARACTERÍSTICAS.....	12
3.1.1. TRABAJABILIDAD	13
3.1.2. LECHOSIDAD	14
3.1.3. DOCILIDAD.....	15
3.1.4. COMPACIDAD.....	15
3.1.5. PESO UNITARIO.....	15
3.1.6. PERMEABILIDAD	16
3.1.7. ABRASIÓN POR DESGASTE	17
4. CAPÍTULO IV DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN	18

4.1.	DOSIFICACIÓN MÉTODO ACI 211.1	18
4.2.	FABRICACIÓN DE HORMIGÓN.....	20
5.	CAPÍTULO V METODOLOGÍA DE EXPERIMENTACIÓN	21
5.1.	INTRODUCCION.....	21
5.2.	CURADO DE MUESTRAS	22
5.3.	COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN	23
5.4.	MÓDULO DE ELASTICIDAD.....	26
5.5.	FLEXIÓN DE VIGAS	29
5.6.	TENSIÓN EN CILINDROS DE HORMIGÓN (ENSAYO BRASILERO).....	30
6.	CAPÍTULO VI CONDICIONES DE AFECTACIÓN.....	31
6.1.	TIPOS DE AFECTACIONES.....	32
6.1.1.	CONGELAMIENTO Y DESHIELO.....	33
6.1.2.	ATAQUE POR SULFATOS	34
6.1.3.	ATAQUE POR SALES	35
6.1.4.	ATAQUE POR ÁCIDOS.....	36
6.1.5.	CARBONATACIÓN	38
6.2.	ÁCIDO HÚMICO	40
6.2.1.	INTRODUCCIÓN	40
7.	CAPITULO VII RESULTADOS DE ENSAYOS Y ANÁLISIS	41
7.1.	ENSAYOS MINA DE PIFO	41
7.1.1.	RESISTENCIA MEDIA Y CARACTERÍSTICA POR EDADES Y CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN	41
7.1.2.	RESUMEN DE RESULTADOS MUESTRAS ENSAYADAS A COMPRESIÓN SIMPLE. MINA DE PIFO.....	42
7.1.3.	GRÁFICAS EDAD vs RESISTENCIA.....	43
7.1.4.	GRÁFICO DE BARRAS RESISTENCIA MEDIA POR EDADES... ..	45
7.1.5.	GRÁFICO DE BARRAS RESISTENCIA CARACTERÍSTICA POR EDADES.....	47
7.1.6.	MÓDULO DE ELASTICIDAD	51
7.1.7.	TENSIÓN EN CILINDROS (ENSAYO BRASILERO).....	52
7.1.8.	FLEXIÓN DE VIGAS	55
7.2.	ENSAYOS MINA DE POMASQUI.....	58

7.2.1.	COMPARACIÓN RESISTENCIA MEDIA, RESISTENCIA CARACTERÍSTICA ENSAYO DE COMPRESIÓN	58
7.2.2.	RESISTENCIA MEDIA Y CARACTERÍSTICA POR EDADES Y CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN	58
7.2.3.	RESUMEN DE RESULTADOS MUESTRAS ENSAYADAS A COMPRESIÓN SIMPLE. MINA DE POMASQUI.....	59
7.2.4.	GRÁFICAS EDAD vs RESISTENCIA.....	59
7.2.5.	GRÁFICO DE BARRAS RESISTENCIA MEDIA POR EDADES...	61
7.2.6.	GRÁFICO DE BARRAS RESISTENCIA CARACTERISTICA POR EDADES.....	64
7.2.7.	MÓDULO DE ELASTICIDAD	67
7.2.8.	TENSIÓN EN CILINDROS (ENSAYO BRASILEIRO).....	68
7.2.9.	FLEXIÓN DE VIGAS	71
7.3.	RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS AGREGADOS Y COMPARACIÓN CON ESPECIFICACIÓN	73
7.3.1.	MINA DE PIFO	73
7.3.2.	MINA DE POMASQUI.....	75
7.3.3.	COMPARATIVO RESISTENCIAS ENSAYO BRASILEIRO	77
7.3.4.	ANÁLISIS MÓDULO DE ELASTICIDAD	79
7.3.5.	ANÁLISIS ESFUERZO A TRACCIÓN	82
8.	CAPITULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
8.1.	CONCLUSIONES.....	85
8.2.	RECOMENDACIONES	90
	BIBLIOGRAFIA.....	91
	ANEXOS.....	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 CLASIFICACION GRANULOMETRICA SEGUN TAMAÑO	5
Tabla 2.2 CLASIFICACION SEGUN DENSIDAD DEL AGREGADO Fuente: Tecnología del Concreto, 3ª.Ed. [Bogotá, Colombia]:Asocreto	6
Tabla 3.1 CONSISTENCIA vs ASENTAMIENTO	14
Tabla 7.1 Resistencia Media-Resistencia Característica, Dosificación Normal-PIFO, Fuente: EL Autor.....	41
Tabla 7.2 Resumen Resistencia Media-Resistencia Característica, por Edades y Dosificaciones-PIFO, Fuente: EL Autor.....	41
Tabla 7.3 Resistencia Media, por Edades y Dosificaciones-PIFO, Fuente: EL Autor	42
Tabla 7.4 Resistencia Característica, por Edades y Dosificaciones-PIFO, Fuente: EL Autor	42
Tabla 7.5 Módulo de Elasticidad por Edades y Dosificaciones-PIFO, Fuente: EL Autor	51
Tabla 7.6 Resistencia Media-Ensayo Tensión en Cilindros, por Edades y Dosificaciones, Fuente: EL Autor.....	52
Tabla 7.7 Flexión de Vigas, por Edades y Dosificaciones, Fuente: EL Autor.....	55
Tabla 7.8 Resistencia Media-Resistencia Característica, Dosificación Normal- POMASQUI, Fuente: EL Autor.....	58
Tabla 7.9 Resumen Resistencia Media-Resistencia Característica, por Edades y Dosificaciones-POMASQUI, Fuente: EL Autor.....	58
Tabla 7.10 Resumen Resistencia Media por Edades y Dosificaciones-POMASQUI, Fuente: EL Autor.....	59
Tabla 7.11 Resistencia Característica por Edades y Dosificaciones-POMASQUI, Fuente: EL Autor.....	59
Tabla 7.12 Módulo de Elasticidad por Edades y Dosificaciones-POMASQUI, Fuente: EL Autor.....	67
Tabla 7.13 Resistencia Media-Ensayo Tensión en Cilindros, por Edades y Dosificaciones, Fuente: EL Autor.....	68
Tabla 7.14 Flexión de Vigas, por Edades y Dosificaciones-POMASQUI, Fuente: EL Autor	71
Tabla 7.15 Resumen de Resultados Agregados-MINA PIFO, Fuente: EL Autor	73
Tabla 7.16 Resumen de Resultados Agregados-MINA POMASQUI, Fuente: EL Autor	75

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 7.1 Edad vs Resistencia, Dosificación Normal-PIFO	43
Gráfico 7.2 Edad vs Resistencia, Dosificación 5%-PIFO	43
Gráfico 7.3 Edad vs Resistencia, Dosificación 10%-PIFO	44
Gráfico 7.4 Edad vs Resistencia, Dosificación 15%-PIFO	44
Gráfico 7.5 Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 28 días-PIFO	45
Gráfico 7.6 Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 56 días-PIFO	45
Gráfico 7.7 Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 91 días-PIFO	46
Gráfico 7.8 Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 126 días-PIFO	46
Gráfico 7.9 Porcentaje de Incrementó de Resistencia Media por edades-PIFO	47
Gráfico 7.10 Resistencia Característica – Porcentaje de Incrementó 28 días-PIFO .	47
Gráfico 7.11 Resistencia Característica – Porcentaje de Incrementó 56 días-PIFO .	48
Gráfico 7.12 Resistencia Característica – Porcentaje de Incrementó 91 días-PIFO .	48
Gráfico 7.13 Resistencia Característica – Porcentaje de Incrementó 126 días-PIFO	49
Gráfico 7.14 Porcentaje de Incrementó de Resistencia Característica por edades-PIFO	49
Gráfico 7.15 Edad vs Resistencia-PIFO.....	52
Gráfico 7.16 Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 28 días-PIFO	53
Gráfico 7.17 Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 56 días-PIFO	53
Gráfico 7.18 Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 91 días-PIFO	54
Gráfico 7.19 Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 126 días-PIFO	54
Gráfico 7.20 Porcentaje de Incrementó de Resistencia Ensayo Brasileiro por edades-PIFO	55
Gráfico 7.21 Edad vs Módulo de Rotura-PIFO.....	56
Gráfico 7.22 Ensayo Flexión en Viguetas, Resistencia Media–Porcentaje de Incrementó por edad-PIFO.....	56
Gráfico 7.23 Ensayo Flexión en Viguetas, Resistencia Media–Porcentaje de Incrementó -PIFO.....	57
Gráfico 7.24 Edad vs Resistencia, Dosificación Normal-POMASQUI.....	59
Gráfico 7.25 Edad vs Resistencia, Dosificación 5%-POMASQUI.....	60
Gráfico 7.26 Edad vs Resistencia, Dosificación 10%-POMASQUI.....	60
Gráfico 7.27 Edad vs Resistencia, Dosificación 15%-POMASQUI.....	61
Gráfico 7.28 Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 28 días-POMASQUI.	61
Gráfico 7.29 Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 56 días-POMASQUI.	62
Gráfico 7.30 Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 91 días-POMASQUI.	62

Gráfico 7.31 Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 126 días-POMASQUI	63
Gráfico 7.32 Porcentaje de Incrementó de Resistencia Media por edades-POMASQUI.....	63
Gráfico 7.33 Resistencia Característica – Porcentaje de Incrementó 28 días-POMASQUI.....	64
Gráfico 7.34 Resistencia Característica – Porcentaje de Incrementó 56 días-POMASQUI.....	64
Gráfico 7.35 Resistencia Característica – Porcentaje de Incrementó 91 días-POMASQUI.....	65
Gráfico 7.36 Resistencia Característica – Porcentaje de Incrementó 126 días-POMASQUI.....	65
Gráfico 7.37 Porcentaje de Incrementó de Resistencia Característica por edades-POMASQUI.....	66
Gráfico 7.38 Edad vs Resistencia-POMASQUI	68
Gráfico 7.39 Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 28 días-POMASQUI.....	69
Gráfico 7.40 Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 56 días-POMASQUI.....	69
Gráfico 7.41 Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 91 días-POMASQUI.....	70
Gráfico 7.42 Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 126 días-POMASQUI.....	70
Gráfico 7.43 Porcentaje de Incrementó de Resistencia Ensayo Brasileiro por edades-POMASQUI.....	71
Gráfico 7.44 Edad vs Modulo de Rotura-POMASQUI	71
Gráfico 7.45 Ensayo Flexión en Viguetas, Resistencia Media–Porcentaje de Incrementó por edad-POMASQUI	72
Gráfico 7.46 Ensayo Flexión en Viguetas, Resistencia Media–Porcentaje de Incrementó -POMASQUI	72
Gráfico 7.47 Gráfica Granulometría Agregado Fino –MINA PIFO.....	73
Gráfico 7.48 Gráfica Granulometría Agregado Grueso –MINA PIFO.....	74
Gráfico 7.49 Gráfica Mezcla Granulométrica de Agregados –MINA PIFO	74
Gráfico 7.50 Gráfica Granulometría Agregado Fino –MINA POMASQUI.....	75
Gráfico 7.51 Gráfica Granulometría Agregado Grueso –MINA POMASQUI	76
Gráfico 7.52 Gráfica Mezcla Granulométrica de Agregados –MINA POMASQUI.....	76
Gráfico 7.53 Gráfica comparativa Resistencia Normal –MINA PIFO y POMASQUI	77
Gráfico 7.54 Gráfica comparativa Resistencia 5% –MINA PIFO y POMASQUI..	77
Gráfico 7.55 Gráfica comparativa Resistencia 10% –MINA PIFO y POMASQUI ..	78
Gráfico 7.56 Gráfica comparativa Resistencia 15% –MINA PIFO y POMASQUI ..	78

Grafico 7.57 Grafico comparativo Módulos de Elasticidad Pifo, Pomasqui con ACI	81
Grafico 7.58 Grafico comparativo Esfuerzo a Tracción – Esfuerzo a Compresión – PIFO	83
Grafico 7.59 Grafico comparativo Esfuerzo a Tracción – Esfuerzo a Compresión - POMASQUI.....	84

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 5.1 Tipos de Falla. ASTM C39M-18	25
Imagen 5.2 Definición de Resistencia Característica. Fuente: Montoya, J. (2008). Hormigón Armado	26
Imagen 5.3 Longitudes de aplicación de carga en el ensayo según la metodología indicada, Fuente: Concreto, I. E. (2009). Inecyc.org.ec.....	29
Imagen 6.1 <i>Efecto de los agentes químicos de uso habitual sobre el hormigón (ACI 201.2R-01)</i>	33

1. CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, dentro del proceso de construcción se ha manifestado un bajo control de calidad durante la elaboración de hormigón in situ, así también, un déficit de análisis técnicos de laboratorio los cuales definan las propiedades necesarias de los materiales que se van a utilizar para la fabricación del mismo. De estos ensayos, el enfoque principal que se ha mantenido es únicamente aquel orientado hacia fines estructurales tales como la resistencia a la compresión, obviando la incidencia del contacto con los agentes presentes en la superficie aledaña a la obra.

Entre los tipos de agentes a los que se encuentra expuesto el hormigón, se encuentran: ácidos provenientes de industrias, salinidad, transporte de aguas servidas y sulfatos en el suelo. Dependiendo de su composición y concentración será el grado de afectación en este. Es por esto, que se considera necesario realizar estudios del desgaste y deterioro que puede causar el contacto con estos agentes nocivos en variedad de concentraciones.

La investigación plantea la fabricación de probetas de hormigón para el análisis del deterioro y comportamiento mecánico en el transcurso del tiempo y bajo diferentes concentraciones.

1.2. ALCANCE

La investigación permite su aplicabilidad a hormigones estructurales de bajas resistencias.

Se analizará el comportamiento mecánico, así como las propiedades físicas de un hormigón sometido a la acción de ácido húmico en tres concentraciones y un lote de muestras de control con un proceso de curado normalizado.

Dentro del análisis comparativo se ensayará dos tipos de agregados provenientes cada uno de las canteras de Pomasqui y Pifo, con lo que se determinará el agregado que tenga mejores características para un correcto diseño del hormigón simple según especificaciones INEN, y con esto, un mejor comportamiento a la acción del ácido.

La metodología para el ensayo, es el curado en inmersión de las probetas en las tres diferentes concentraciones de ácido para establecer la influencia de estos porcentajes en las propiedades físicas y mecánicas, adicionalmente, se realizará muestras de control curadas en proceso normalizado.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Verificar la incidencia de las propiedades mecánicas y físicas en los hormigones sometidos a ácidos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los agregados pétreos a utilizar en la dosificación del hormigón.

- Diseñar y proporcionar los elementos de la mezcla para una resistencia establecida.
- Determinar muestras de control e inmersión.
- Curar eficientemente todas las muestras garantizando una saturación completa.
- Analizar la afectación en función del tiempo de contacto y concentración del hormigón sometido a un ácido.

2. CAPITULO II: HORMIGON

2.1. INTRODUCCIÓN

“La durabilidad del hormigón de cemento hidráulico se define como su capacidad para resistir la acción de la meteorización, los ataques químicos, la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.” (ACI, 2014). Dentro de esta conceptualización se presenta que el hormigón debe conservar tanto sus propiedades físicas y mecánicas como la serviciabilidad dentro de una estructura sin importar el medio en el que se encuentre.

El hormigón dentro de su composición es un material heterogéneo, conformado por diferentes materiales agrupados en dos partes: primarios y secundarios, entre los primarios se encuentran: arena, ripio (piedra), cemento y agua; mientras que los secundarios están compuestos por aditivos y fibras.

De los mencionados, los de carácter activo son: el agua y el cemento, ya que forman el aglutinante que va a soportar los agregados. Esto reduciría los agentes perjudiciales como: impurezas y orificios.

2.2. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

El hormigón dentro de su composición, es un material heterogéneo, conformado por diferentes materiales agrupados en dos partes: primarios arena, ripio (piedra), cemento y agua; secundarios conformado por aditivos y fibras.

De los mencionados, los de carácter activo son: el agua y el cemento ya que forman el aglutinante que va a soportar los agregados. Esto reduciría los agentes perjudiciales como: impurezas y orificios.

2.2.1. AGREGADOS PÉTREOS

Los agregados naturales son obtenidos de zonas en las cuales se han generado depósitos de minerales, estos debido a actividades antrópicas y procesos de minería se han explotado para ser utilizados en obras de ingeniería.

Es necesario que todos los materiales mineralógicos utilizados cumplan estándares de calidad necesarios para un correcto desempeño en las obras de infraestructura. Por esto, se debe analizar las propiedades físicas y mecánicas, forma y composición; y así determinar la idoneidad de cada mina de agregado, debido a que las propiedades mineralógicas difieren en cada una de las zonas en donde se encuentra el material.

“Se define como agregados naturales a las partículas sólidas que se añaden intencionalmente a la mezcla agua-cemento de tal forma que después de un tiempo de fraguado y en una correcta dosificación, desarrollan una resistencia mecánica en conjunto al mortero o al concreto en estado endurecido y que además controlan el cambio volumétrico que se puede producir durante el

tiempo de fraguado de la pasta o las variaciones de contenido de humedad.”

(Niño Hernandez,2010)

2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS

2.3.1. SEGÚN SU PROCEDENCIA

Los agregados se pueden clasificar según su naturaleza en agregados naturales y artificiales.

Naturales: son aquellos obtenidos mediante la explotación de yacimientos de diversos minerales de rocas naturales.

Artificiales: agregados que se obtienen mediante procesos industrializados.

2.3.2. SEGÚN SU TAMAÑO

Para conocer la clasificación del agregado de acuerdo al tamaño de sus partículas se hace uso de la granulometría, que se define como la disciplina que estudia la clasificación más relevante de los agregados pétreos para la elaboración de hormigón.

Tabla 2.1 CLASIFICACION GRANULOMETRICA SEGUN TAMAÑO

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS MAS COMUNES		DENOMINACION CORRIENTE	CLASIFICACION DE AGREGADO PARA HORMIGON
<0.002		Arcilla	Fracción muy fina
0.002-0.074	No 200	Limo	
0.075-4.76	No 200 - No 4	Arena	Agregado fino
4.76-19.1	No 4 - ¾"	Gravilla	Agregado Grueso
19.1-50.8	¾" - 2"	Grava	
50.8-152.4	2" - 6"	Piedra	
>152.4	6"	Rajón-Piedra Bola	

Fuente: Tecnología del Concreto, 3ª.Ed. [Bogotá, Colombia]:Asocreto

2.3.3. SEGÚN SU DENSIDAD

La densidad es la propiedad del agregado que se define como la relación de la masa con respecto al volumen que ocupa. Siendo clasificado de la siguiente manera:

Tabla 2.2 CLASIFICACION SEGUN DENSIDAD DEL AGREGADO Fuente: *Tecnología del Concreto, 3ª.Ed. [Bogotá, Colombia]:Asocreto*

CLASIFICACION DEL AGREGADO	MASA UNITARIA APROXIMADA (Kg/m ³)		VARIEDADES MAS COMUNES DE AGREGADO	EJEMPLOS DE USO
	AGREGADO	HORMIGON		
LIVIANO	480-1300	13-100	Pizarras expandidas, esquistos, escoria, arcilla	Hormigones livianos estructurales
		500-1350		
NORMAL	1300-2000	2000-2500	Arena, grava, piedra triturada, Clinker, escoria de fundición	Obras en hormigones en general, arena, grava, piedra
PESADO	2000-5600	>2500	Barrita, limonita, magnetita, limadura de acero, hematita	Hormigones para macizos de anclaje, para protección contra radiaciones, etc.

Fuente: *Tecnología del Concreto, 3ª.Ed. [Bogotá, Colombia]:Asocreto*

2.3.4. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

Es necesario conocer cómo se comportan los materiales que van a ser utilizados dentro de la elaboración del hormigón, así también, las características que poseen, forma y tamaño. Esto se obtiene mediante una variedad de ensayos de laboratorio, para comparar con la normativa vigente de control de calidad en el país y determinar la idoneidad para su utilización.

2.3.5. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Estas propiedades muestran el comportamiento mecánico que cada uno de los agregados presentan.

2.3.5.1. GRANULOMETRÍA

La granulometría está relacionada con la forma en la cual se acomodan las partículas y la facilidad que posee para la colocación dentro de la mezcla en el hormigón. Cuando estos agregados no cumplen la normativa recomendada es posible realizar una mezcla de diferentes agregados con variedad de características, logrando así porcentajes necesarios para cumplir con las especificaciones, siendo esto posible, se genera un sinnúmero de posibilidades de mezclas entre agregados (fino, medio y grueso)

2.3.5.2. MÓDULO DE FINURA

Es el índice que se puede obtener dividiendo para cien la sumatoria de los porcentajes retenidos en la serie de Tyler (serie de tamices).

Este índice es directamente proporcional al tamaño del agregado, por lo que, al tener diferentes tipos de granulometría, se puede obtener un mismo módulo de finura o una variedad, denotando así una medida relativa de finura o grosor del agregado.

2.3.5.3. DENSIDAD

Es la propiedad en la cual se relaciona el volumen del agregado y la masa del mismo, siendo una característica determinante del agregado, también se utiliza para determinar los vacíos entre partículas en el agregado.

2.3.5.4. DENSIDAD BULK

Es la propiedad en la cual se relaciona el volumen absoluto (Bulk) del agregado y la masa de las partículas del mismo, dentro del volumen Bulk se considera la masa de partículas sólidas permeables e impermeables del agregado tomando en cuenta la densidad del agua (considerando la temperatura).

2.3.5.5. DENSIDAD SATURADA CON SUPERFICIE SECA

Esta propiedad se define como la relación existente entre la masa en estado saturado con superficie seca del agregado (estado en el cual los vacíos se encuentran llenos de agua, pero la superficie del agregado se encuentra en estado seco) y el volumen Bulk tomando en cuenta la densidad del agua (considerando la temperatura).

2.3.5.6. ABSORCIÓN Y POROSIDAD

La absorción es un incremento de la masa del agregado debido al ingreso de agua en los poros contenidos en el agregado, sin tomar en cuenta el agua adherida a la superficie externa.

La porosidad es una propiedad importante de los agregados debido a que mientras el material posea mayor cantidad de poros, tendrá una resistencia mecánica menor y mientras menor cantidad de poros posea el material, su resistencia mecánica aumentará. Este dato incide directamente en el porcentaje de agua para que los poros se saturen dentro de la mezcla de hormigón.

2.3.5.7. MASA UNITARIA

Está definida como la relación existente entre la masa del agregado y el volumen que ocupa dentro de un recipiente normalizado.

Existirá variación de resultados en función de la forma del agregado y la textura ya que diferentes muestras contendrán un porcentaje de vacíos diferente, lo que incide en la masa unitaria directamente.

2.3.6. PROPIEDADES MECÁNICAS

2.3.6.1. DUREZA

Es la propiedad del agregado que está relacionada con la constitución mineralógica, la estructura química y la procedencia. Esta propiedad se determina mediante un método de ensayo indirecto que se denomina abrasión (Máquina de los Ángeles).

El ensayo de la Máquina de los Ángeles provee una medida de degradación del agregado mediante un proceso de abrasión e impacto de esferas de acero, dentro de un tambor de acero giratorio en función de la granulometría y tamaño máximo nominal del mismo, este proceso simula el efecto de Trituración-Impacto durante varios ciclos para después ser tamizado por la malla No 12, midiendo así la degradación porcentual.

2.3.6.2. TENACIDAD

Es la propiedad del agregado la cual representa el porcentaje de energía que puede resistir un agregado antes de la falla.

2.3.6.3. RESISTENCIA

Esta propiedad tiene relación directa con el agregado grueso para la resistencia final del hormigón endurecido debido al aporte dentro de la mezcla. Se debe encontrar un agregado competente para que este no falle antes de la pasta cementante.

2.3.6.4. ADHERENCIA

La adherencia es una propiedad que se genera durante el proceso de fraguado y endurecimiento del hormigón, esta se debe a la interacción pasta-agregado y las propiedades físico-químicas que ligán los agregados con la pasta.

Depende principalmente de: tamaño, forma, textura y rigidez de las partículas del agregado y calidad de la pasta cementante.

2.3.6.5. CEMENTO

Se define como un material que se produce por pulverización de silicatos de calcio (componente principal del Clinker) y que adicionalmente contiene sulfatos de calcio y piedra caliza. Comúnmente se colocan puzolanas con gran contenido de sílice y/o alúmina, las cuales generalmente son de origen volcánico, pero también pueden ser de origen artificial.

2.3.6.6. CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO

Es la propiedad mediante la cual se determina la cantidad de agua necesaria para una correcta hidratación del cemento, la cual refleja la capacidad de fluir. En medida que se aumenta agua, la pasta elevará su plasticidad y

manejabilidad, por lo que se debe tener en cuenta que a mayor cantidad de agua, se reducirá la resistencia.

La consistencia normal del cemento se determina cuando el vástago (aguja) del equipo Vicat logra penetrar 10 ± 1 mm dentro de un intervalo de tiempo de 30 segundos.

2.3.6.7. TIEMPO DE FRAGUADO

Es el periodo de tiempo en el cual después de haber adicionado la cantidad necesaria de agua para una mezcla homogénea, el cemento comienza a pasar de un estado plástico a estado sólido, este efecto se produce por la reacción química de endurecimiento propia del hormigón.

Existen dos periodos de tiempo de fraguado:

a) Fraguado Inicial: tiempo en el cual se agrega agua a la mezcla hasta que esta comienza a perder plasticidad, manifestándose en una pasta semisólida y parcialmente hidratada. Se determina cuando el vástago (aguja) del equipo Vicat logra penetrar 25 mm

b) Fraguado Final: tiempo en el cual la pasta deja de ser plástica y pierde la capacidad de deformarse con pequeñas cargas, volviéndose rígida, este es el punto desde el cual se debe comenzar con el curado del hormigón para reducir la reacción exotérmica y evitar agrietamientos, a partir de este punto inicia el endurecimiento para el aumento de resistencia. Se determina cuando el vástago (aguja) del equipo Vicat no deja marca alguna en la superficie.

2.3.6.8. FINURA BLAINE

Permite determinar la finura de un cemento en relación a la superficie de un gramo de masa del mismo. El método de análisis se desarrolla basándose en una teoría fundamental sustentada en el paso de aire a través de una determinada capa cuya porosidad será mayor o menor según el tamaño de las partículas y poros existentes.

El aumento de la finura puede tener diferentes efectos como: aumento de la velocidad de hidratación, generación de calor, aumento de resistencia a tempranas edades.

3. CAPÍTULO III HORMIGÓN – PROPIEDADES

3.1. CARACTERÍSTICAS

El diseño del hormigón se realiza con el propósito de generar una mezcla que posea propiedades específicas en sus diferentes estados: fresco y endurecido.

El hormigón en estado fresco se presenta como un material heterogéneo, debido a que existen simultáneamente tres fases:

Fase sólida (cemento y agregados): de características heterogéneas por variedad de dimensiones y naturaleza de partículas

Fase líquida (agua)

Fase gaseosa (aire contenido)

3.1.1. TRABAJABILIDAD

Se la denomina también como manejabilidad, esta propiedad es característica del hormigón en estado fresco, considerándola como la mayor o menor capacidad de ser mezclada, transportada y colocada en obra sin perder la homogeneidad.

Se debe tomar en cuenta esta propiedad ya que puede generar repercusiones en cuanto a la homogeneidad, lo que desarrollaría problemas en el mezclado y una reducción de la resistencia.

En función del tipo de colocación es necesario determinar el grado de manejabilidad que va a presentar el hormigón, ya que las secciones de los elementos estructurales son determinantes al momento de establecer el grado de trabajabilidad necesario.

- a) Consistencia: es la propiedad mediante la cual se determina el grado de facilidad de deformación del hormigón en menor o mayor porcentaje en función de su propio peso.

Esta propiedad se relaciona directamente con el asentamiento medido en el ensayo de Cono de Abrams. Como se describe en la norma ASTM C143, Tabla 3.1, en una muestra bien proporcionada y de manejabilidad aceptable, se asentará de manera lenta conservando la forma cónica, de manera contraria si la muestra no ha sido proporcionada adecuadamente, se deformará de una manera abrupta.

Este asentamiento está relacionado con el porcentaje de pasta cementante ya que, al proporcionarse adecuadamente, las cantidades de agregados y de aire contenido puede afectar al hormigón de manera positiva beneficiándolo o negativa perjudicándolo.

Tabla 3.1 *CONSISTENCIA vs ASENTAMIENTO*

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (cm)
SECA	0-2
SEMISECA	3-5
PLASTICA	6-9
COLADA	10-15
FLUIDA	más de 15

Fuente: ASTM C143

3.1.2. LECHOSIDAD

Consiste en qué parte del agua de mezcla, tiende a subir a la superficie del hormigón recién fundido o se presenta durante el proceso de fraguado. Esto tiene que ver principalmente con la velocidad de evaporación, debido a que, si la velocidad es mucho menor en relación a la velocidad de exudación, forma una capa de agua que aumenta la relación agua-cemento que posteriormente generara porosidad y presentará una baja resistencia al desgaste.

Caso contrario, al producirse el efecto inverso se pueden generar grietas de contracción plástica.

3.1.3. DOCILIDAD

Se define como la mayor o menor facilidad que posee el hormigón para colarse homogéneamente o desplazarse bajo los efectos de agentes externos como: varillado y vibrado del mismo.

Se determina usando el ensayo de penetración de una bola de acero, conocido como Bola de Kelly en el hormigón fresco.

3.1.4. COMPACIDAD

Es la relación que se manifiesta entre el volumen real de los elementos que componen el hormigón y el volumen aparente del mismo. El tener una buena compacidad se ve beneficiada en un aumento de la resistencia mecánica y química del hormigón frente a los agentes agresivos del medio ambiente, reduciendo así la porosidad y la posibilidad de que agentes nocivos ingresen al hormigón.

3.1.5. PESO UNITARIO

El peso unitario es la relación de la masa sobre el volumen que ocupa el hormigón.

La variación del peso unitario está relacionada directamente a la consistencia ya que esta indica un deficiente contenido de agregados y la densidad relativa de los mismos, del contenido de agua, cantidad de aire incluido o atrapado y del cemento, por lo que se debe dar origen a las correcciones oportunas y necesarias.

El hormigón denominado simple, al no poseer acero de refuerzo, para diferentes tipos de estructuras puede encontrarse en un rango de 2.240 – 2.400 kilogramos por metro cúbico (Kg/m^3)

El tipo de agregado, dosificación del hormigón y requerimientos adicionales son parámetros importantes ya que dependiendo de estos se puede tener una variedad de pesos unitarios, como hormigones ligeros con peso unitario de al menos 2200 Kg/m^3 , hasta hormigones pesados de densidades alrededor de 6000 Kg/m^3 empleados en blindajes contra radiación de plantas nucleares y demás estructuras especiales.

3.1.6. PERMEABILIDAD

La permeabilidad es una propiedad del hormigón endurecido que manifiesta la mayor o menor capacidad que tiene el hormigón para permitir el paso de agua a través de sí mismo. Es una propiedad importante a tomar en cuenta en el tipo de elemento que se vaya a construir, ya que, por condiciones específicas, es necesario que el hormigón sea completamente impermeable.

El agua puede circular a través de hormigón de dos maneras: por presión y por capilaridad. Dentro de los factores que influyen para la permeabilidad está la relación agua-cemento, ya que mientras esta sea menor, la permeabilidad será reducida, produciéndose el efecto inverso a mayor relación agua-cemento.

Para reducir la permeabilidad adicionalmente se debe considerar: una dosificación y curado óptimo, una relación agua-cemento baja para reducir la cantidad de agua y evitar los vacíos producidos por la evaporación, una

trabajabilidad adecuada evitando hormigones con gran cantidad de árido grueso y con la porción correcta de árido fino, reduciendo así el exceso de fluidez de la mezcla.

3.1.7. ABRASIÓN POR DESGASTE

El hormigón, material conformado por varios materiales pétreos y consolidados por un aglutinante, al estar sometido a agentes externos, puede agrietarse y generarse un desgaste, lo que ocasiona que esta tienda a segregarse y volver a sus componentes iniciales.

La importancia de una mínima abrasión por desgaste, se presenta en los requerimientos de estructuras especiales dentro del área industrial, debido a la utilización de agentes corrosivos, por esto prima un menor porcentaje de abrasión de los materiales para hormigones secos, evitando la presencia de lechada, ya que este es un elemento de menor resistencia y fácil desgaste.

El hormigón está expuesto a varios factores de desgaste como: agentes corrosivos, agua, viento, fricción con sólidos minerales; también un factor preponderante es la temperatura cuya importancia se manifiesta desde el proceso de fraguado, ya que la contracción que genera en el hormigón con el aumento o descenso de la temperatura, puede provocar grietas que permitan el paso de agentes ambientales que generen un desgaste del elemento. Por ejemplo, la disminución temperaturas puede provocar una aglomeración del hormigón, lo que genera fragilidad reduciendo así sus propiedades mecánicas.

4. CAPÍTULO IV DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

Existen varios métodos de dosificación del hormigón, los cuales tienen como objetivo proporcionar adecuadamente los materiales (agregados pétreos, cemento, agua y aire) para conseguir una mezcla homogénea que posea propiedades de resistencia y durabilidad.

Al no existir un método único de dosificación, cada uno depende de las condiciones que deba reunir la mezcla de hormigón y las condiciones en las que se encuentren los materiales que lo componen. El diseñador deberá elegir el método más conveniente en función de la necesidad y el diseño, todo esto deberá ser evaluado experimentalmente para encontrar el equilibrio óptimo dentro de la composición y lograr las especificaciones de consistencia, resistencia y durabilidad.

Para determinar una dosificación, es necesario tomar en cuenta: resistencia característica, elemento estructural a ser colado, consistencia del hormigón, características de los materiales, tipo de cemento, granulometría, peso específico, absorción de los agregados fino y grueso.

4.1. DOSIFICACIÓN MÉTODO ACI 211.1

El método de dosificación ACI es el más utilizado, debido a la facilidad para diseños de resistencias no mayores de 42 Mpa y la utilización de dos agregados.

El método contempla como datos necesarios para el diseño:

- a) Asentamiento. - es necesario definir la trabajabilidad, determinada por el ensayo de asentamiento, esto se relaciona a las condiciones del elemento, vibrado, condiciones de bombeo.
- b) Resistencia. - para la resistencia el ACI proporciona valores de relación agua-cemento en tablas, en relación a la resistencia a la compresión del 100% a una edad de 28 días según se requiera, excediendo en un porcentaje la especificada para mantenerse dentro de los márgenes requeridos.
- c) Tamaño máximo. - la elección del tamaño máximo del agregado se debe considerar según el tipo de elemento, el espacio entre varillas individuales o paquetes, priorizando por cuestiones económicas el mayor tamaño que se disponga, considerando la trabajabilidad adecuada y una correcta compactación permitiendo un correcto colado del hormigón.
- d) Cantidad de agua. – se analiza la tabla con contenidos de agua recomendados para tener el asentamiento requerido en función del tamaño máximo del agregado y si el hormigón presenta o no aire incluido.
- e) Cantidad de cemento. – se calcula en relación a la cantidad de agua y la relación agua-cemento, cuando se requiera el contenido mínimo de cemento y los requisitos de durabilidad lo determinen.
- f) Agregado fino. – se tiene ya estimados todos los componentes del hormigón exceptuando el agregado fino, este se puede calcular por

diferencia, siendo posible emplear cualquiera de los dos procedimientos por peso o por volumen absoluto.

- g) Humedad. – la mezcla de hormigón se corrige en relación a las humedades de los agregados, por lo que el agua que se añade se debe reducir en un porcentaje similar a la humedad libre que contribuye el agregado, es decir, la humedad total menos la absorción.

Para las correcciones se debe realizar ajustes a las mezclas de prueba, en las que se verificará: el peso volumétrico del hormigón, trabajabilidad, aire contenido, asentamiento relacionado con la trabajabilidad, ausencia de sangrado y segregación, así como las propiedades para el terminado.

4.2. FABRICACIÓN DE HORMIGÓN

El hormigón está conformado por varios elementos como son: cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y aire; es un material que puede ser mezclado para moldearse como un elemento homogéneo capaz que al endurecerse presenta resistencia a esfuerzos. Es importante que el hormigón sea fácil de moldear, posea buena manejabilidad, su costo este acorde a los requerimientos de durabilidad y resistencia.

Para obtener una mezcla de características óptimas, las relaciones entre agua-cemento, pasta cementante-agregados deben ser las adecuadas, ya que la relación agua-cemento brinda la resistencia necesaria en el diseño, por lo que, si esta relación es menor, la resistencia aumenta, y si la relación aumenta, la resistencia disminuye, siendo este parámetro inversamente proporcional a la resistencia del hormigón.

5. CAPÍTULO V METODOLOGÍA DE EXPERIMENTACIÓN

5.1. INTRODUCCION

Para que el hormigón adquiriera durabilidad, siendo resistente a la acción de los efectos destructivos producidos por medio de las acciones mecánicas, físicas y químicas, manteniendo la calidad y resistencia de diseño, es impórtate cumplir con los requisitos de resistencia, así como los materiales de los cuales está compuesto el hormigón.

El control de calidad de materiales se toma como referencia la normativa INEN 872, los agregados que se usaron corresponden a dos minas las cuales presentan características distintas en cuanto a su calidad. Las minas utilizadas son Pifo y Pomasqui, esto debido a que se hará un comparativo para una misma resistencia; dosificando hormigones con el material de cada mina.

El cemento hidráulico que se emplea en la fabricación de hormigón, debe ser de tipo Portland ya que este elemento cementante posee características de durabilidad muy buenas. Para la investigación se utilizó un cemento hidráulico Tipo GU, que cumple los estándares de la normativa INEN 2380

La resistencia de diseño para el trabajo se consideró f'_c de 240 Kg/cm² superior a la especificación mínima indicada en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-HM 3.3.1) de 210 Kg/cm² para hormigones estructurales.

Considerando la utilización de agregados de diferentes minas, para cada una de las dosificaciones de hormigón de cada mina, se realizaron 96 muestras de cilindros divididas equitativamente en tres ensayos, compresión simple, módulo de elasticidad y flexión de cilindros (ensayo brasilero), también se realizaron 12 muestras de viguetas

para ser ensayadas a flexión, totalizando 192 cilindros y 24 viguetas para el trabajo, todo esto para ser analizado a cuatro edades que son 28, 56, 91 y 126 días, estas edades corresponden a partir de los 28 días, en la que se obtiene el 100% de resistencia del hormigón, a puntos de control en los cuales se evalúa las condiciones de resistencia que presenta.

El ácido húmico, en el cual se va a realizar el proceso de inmersión de muestras es un ácido del tipo orgánico que se produce principalmente por la descomposición de material vegetal y animal, se encuentra mayormente en suelos de carácter agrícola o que haya sido transportados con alto contenido de materia orgánica, al entrar los hormigones en contacto con este tipo de ácidos se pueden presentar diferentes tipos de factores que generarían un proceso de degradación.

5.2. CURADO DE MUESTRAS

El curado de las muestras es un proceso importante, debido a la reacción exotérmica que produce el hormigón, la hidratación debe ser la adecuada para evitar pérdidas excesivas de agua interna y que se produzcan agrietamientos superficiales o internos. Para obtener un curado adecuado es recomendable sumergir las muestras completamente en agua, el tiempo mínimo requerido para un buen curado debe ser de al menos 7 días que es cuando el hormigón alcanza el 70% de su resistencia y los 28 días que será cuando obtenga el 100% de la resistencia.

El curado de muestras con cada uno de los hormigones, se realizó en función de la dosificación, edad de ensayo de las probetas y porcentaje de solución ácida a la que fueron sometidos.

Para muestras con curado normal sin contacto con el ácido húmico, se sometió a un curado dentro de la cámara de humedad, la cual se encuentra a temperatura normalizada y con el porcentaje constante de agua para evitar la pérdida excesiva de agua contenida en los cilindros y reducir la posibilidad de que se produzcan fisuras.

Para las muestras sometidas a la acción del ácido, el proceso de curado se realizó mediante la inmersión completa de las muestras en solución ácida con contenido de 5%, 10% y 15% de concentración, durante las edades establecidas.

Estas edades son 28, 56, 91 y 126 días, durante los cuales se sumergió completamente las muestras de hormigón dosificadas para lograr el contacto más crítico.

5.3. COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN

Este ensayo es considerado uno de los más relevantes en lo que se refiere a hormigón, debido a que las estructuras están principalmente diseñadas para resistir esfuerzos a compresión. El principal objetivo es determinar el esfuerzo de resistencia a compresión provocada por una carga constante sobre la cara de la probeta hasta que ocurra una falla; la forma cilíndrica que posee es debido a que es la más eficiente geométricamente. El esfuerzo de compresión se calcula dividiendo la carga máxima generada durante el ensayo para la sección transversal del área del espécimen, con una aproximación de 0.1 MPa (ASTM C39).

Las probetas cilíndricas utilizadas en este ensayo deben tener las siguientes dimensiones

- Probeta 150 x 300 mm
- Probeta 100 x 200 mm
- Probeta 250 x 500 mm

Estas deben mantener la relación constante 1d:2h, siendo la altura dos veces el diámetro de la probeta, se debe ensayar un número no menor a dos probetas para poder obtener un valor medio de la resistencia obtenida a la compresión.

Durante el desarrollo del ensayo, la velocidad de carga de la máquina debe ser aproximadamente 0.34-0.14 MPa/seg, manteniendo la velocidad constante por lo menos el 50% del tiempo total de duración del ensayo previsto para la rotura.

Entre los resultados que se presentan están: carga máxima resistida por la probeta, esfuerzo de compresión (Kg/cm^2 y/o MPa) y tipo de falla producido por la carga.

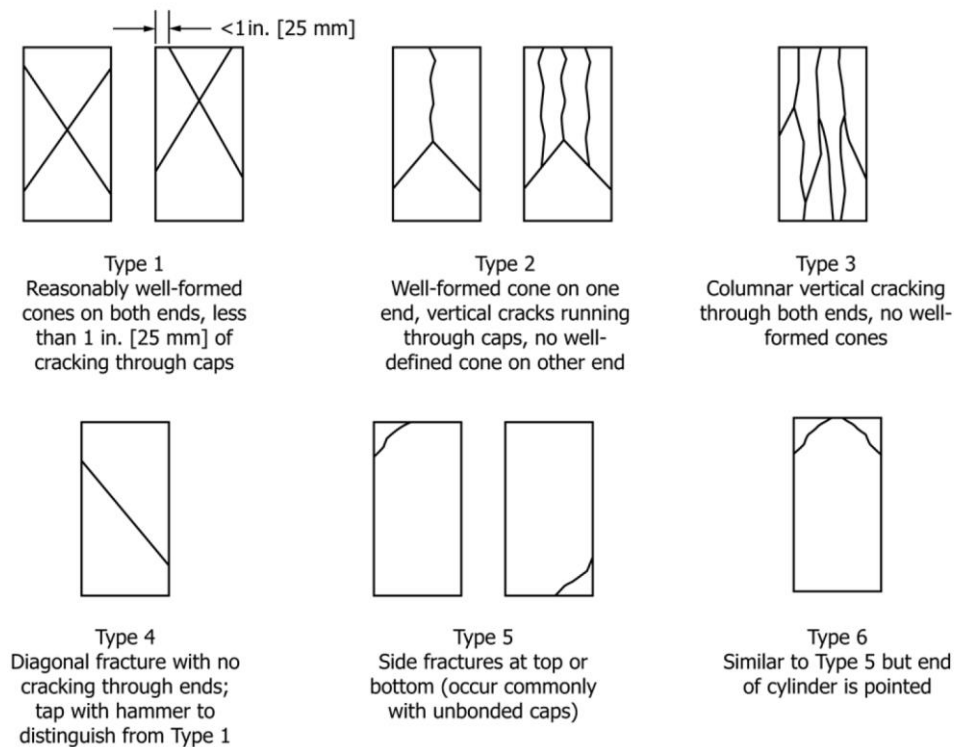


Imagen 5.1 Tipos de Falla. ASTM C39M-18

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA

Es una medida estadística que toma en cuenta el valor de la media aritmética obtenida de los ensayos de compresión de las probetas y también la desviación de la serie de valores, representando la confianza del 95%, tal sea que presenten valores individuales de probetas mayores a la resistencia característica. La dispersión de los valores obtenidos es considerable de acuerdo al tipo de obra que se pueda realizar, pese a la rigurosidad con la que se realice la mezcla de los componentes para el hormigón, por lo cual es necesario obtener un valor que sea representativo a la serie correspondiente. Tomando la media aritmética como un valor referencial, el cual no es completamente representativo debido a que se exige el valor de la dispersión

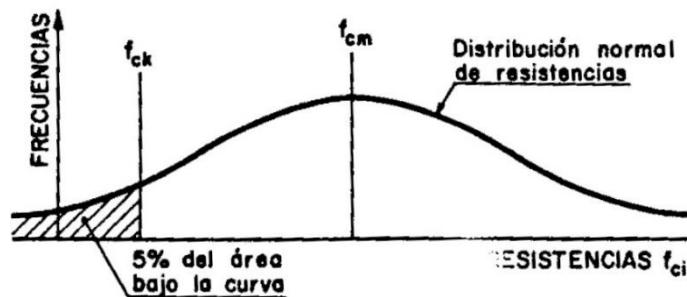


Imagen 5.2 Definición de Resistencia Característica. Fuente: Montoya, J. (2008). Hormigón Armado

Según ACI se puede emplear las siguientes fórmulas, dependiendo el grado de confiabilidad que se busque.

a) Para un 90% de confiabilidad: $f'_{ck} = f'_{cm} \times 1.28 \delta$ (Ec 1)

b) Para un 95% de confiabilidad: $f'_{ck} = f'_{cm} \times 1.36 \delta$ (Ec 2)

Donde:

f'_{ck} : Resistencia característica

f'_{cm} : Resistencia media (promedio)

δ : Desviación Estandar

5.4. MÓDULO DE ELASTICIDAD

El módulo de elasticidad de un material representa el grado de rigidez que este posee al ser sometido a una carga. Siendo definido por la relación entre el esfuerzo aplicado y la deformación unitaria causada por el mismo.

El hormigón no es un material netamente dúctil debido a esto, la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria no alcanza el límite de proporcionalidad, por lo cual el material se considera elástico cumpliendo la ley de Hooke.

Este es uno de los parámetros de mayor importancia en el diseño de hormigón ya que puede reflejar diversos tipos de comportamiento en cuanto a: rigidez, deflexiones y posibles derivas de un elemento estructural o estructura completa. Al ser una relación entre el esfuerzo ejercido y su correspondiente deformación unitaria, el valor toma una gran importancia dentro del análisis y modelado de los diferentes tipos de estructuras.

Estas deformaciones están relacionadas a las deformaciones producidas por cargas de servicio y/o de peso propio que poseen las estructuras, así se puede estimar las mismas y evitar que se produzcan en un gran porcentaje para evitar la pérdida de serviciabilidad.

CÁLCULO

Para un módulo de elasticidad cerca a los 200 MPa, se calcula de la siguiente manera

$$E = \frac{f_{c1} - f_{c2}}{\varepsilon_2 - 0.00050} \quad (\text{Ec } 3)$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad, MPa

f_{c1} : Esfuerzo correspondiente a la deformación longitudinal de 50 millonésimas, ε_1

f_{c2} : Esfuerzo correspondiente al 40% del esfuerzo último

ε_2 : Deformación longitudinal, producida por f_{c1}

Parámetro Λ , se calcula empleando las ecuaciones:

La fórmula general del módulo de elasticidad es igual a:

$$E = \Lambda \times \sqrt{f'_c} \quad (\text{Ec 4})$$

Si se reemplaza el valor calculado de E y f'_c en la ecuación anterior

$$\Lambda = \frac{E}{\sqrt{f'_c}} \quad (\text{Ec 5})$$

- a) El ACI recomienda para el cálculo de Λ la siguiente expresión, que se basa en el peso unitario del hormigón cuyas unidades deben estar en T/m³.

$$\Lambda = 4270 \times W^{1.5} \quad (\text{Ec 6})$$

siendo W igual al peso unitario.

Pero la expresión general de Λ sería igual a:

$$\Lambda = \Psi \times W^{1.5} \quad (\text{Ec 7})$$

- b) Relación entre el módulo de elasticidad y la resistencia característica obtenida a la compresión, de la muestra

Y conocido este valor se llega a la siguiente expresión:

$$\Psi = \frac{\Lambda}{W^{1.5}} \quad (\text{Ec 8})$$

5.5. FLEXIÓN DE VIGAS

Consiste en la aplicación de una carga a vigas de concreto, para obtener la resistencia a flexión expresándolo como el Módulo de Rotura MPa, y puede ser obtenida mediante las normativas ASTM C293 (Método Unipunto, Punto Medio) ASTM C78 (Método Tres Puntos)

La metodología a emplearse será la ASTM C78, cargando la viga en el tercio central, donde se estima el momento máximo que se produzca. El porcentaje del módulo de rotura en las viguetas se encuentra entre 10%-20% de la resistencia obtenida en el ensayo a compresión.

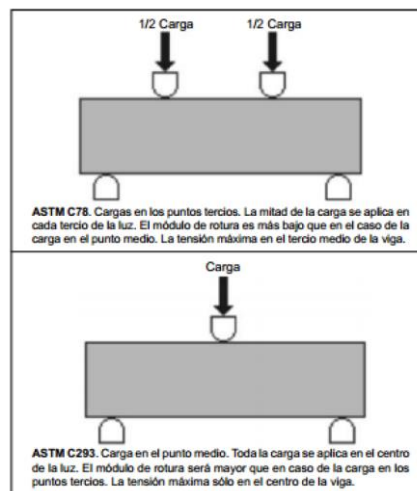


Imagen 5.3 Longitudes de aplicación de carga en el ensayo según la metodología indicada,
Fuente: Concreto, I. E. (2009). Inecyc.org.ec

CALCULO

$$MR = \frac{P \times L}{b \times d^2} \quad (\text{Ec } 9)$$

Donde:

P: carga aplicada, KN

a: distancia media entre la línea de falla y el apoyo cercano a la superficie de la viga, mm

b: ancho de la viga, mm

d: altura de la viga, mm

5.6. TENSION EN CILINDROS DE HORMIGÓN (ENSAYO BRASILEIRO)

El ensayo permite determinar el esfuerzo de tensión máximo de una muestra cilíndrica al aplicar una carga diametral a lo largo del cilindro de hormigón hasta que la falla ocurra. Esta carga induce esfuerzos de tensión sobre el plano de aplicación de la carga y relativamente un alto esfuerzo de compresión en el área inmediatamente circundante alrededor de la aplicación de la carga. (ASTM C496, 2017) Se utiliza la metodología directa para determinar el esfuerzo a tensión del hormigón definido por la norma ASTM C496-17

CALCULO

$$T = \frac{2 P}{\pi l d} \quad (\text{Ec } 10)$$

Donde:

T: esfuerzo de tensión, KPa

P: carga máxima aplicada, KN

l: longitud de la probeta, mm

d: diámetro de la probeta, mm

6. CAPÍTULO VI CONDICIONES DE AFECTACIÓN

Las condiciones medioambientales a las que estarán sometidos los elementos de hormigón, son un parámetro importante debido a que se desconoce los agentes agresivos que pueden contener y cómo se generará la afectación, lo que podría generar procesos de deterioro ya sea físico o químico del hormigón expuesto.

Al ser elementos de hormigón, los cuales presentan un contacto directo con el suelo, se ven afectados en diferentes proporciones por los agentes en contacto superficial o por la filtración de sustancias degradantes hacia la pasta cementante.

Los tipos de ambientes en los cuales se presenta la afectación son los siguientes:

- a) *Ligero.* - ambientes secos con una humedad relativa menor al 60%, estructuras de vivienda, comercios, sin ciclos de humedad y secado, tampoco descongelación, sin presencia de sustancias altamente agresivas para el hormigón.
- b) *Moderado.* - ambiente húmedo, entre el 60% y 98% de humedad relativa, estructuras expuestas a ciclos de humedad y secado, con contacto de corrientes de agua, ambientes rurales lluviosos y contacto con suelo agrícola.

- c) *Severo*. - ambiente húmedo, ciclos de congelación, ambientes marinos, 60% 98% de humedad relativa, clima industrial, contactos con suelos con materiales agresivos.
- d) *Muy severo*. - zonas saturadas de sal en ambientes con agua de mar, sumergida o con contacto, expuesta también a soluciones ácidas, salinidad y aguas con alto contenido de oxigenación, suelos con contenido de materiales agresivos, así como ambientes industriales.

El grado de afectación está relacionado al movimiento de los agentes corrosivos a través del hormigón, dependiendo de la distribución y cantidad de poros y agrietamientos. Adicional, el grado de concentración de los agentes que estén interactuando ese momento con el hormigón y el tiempo de permanencia, lo cual determinará la menor o mayor afectación que se produzca.

6.1. TIPOS DE AFECTACIONES

“El hormigón se comporta satisfactoriamente bajo exposiciones correspondientes a diferentes condiciones atmosféricas, a la mayoría de las aguas y suelos que contienen químicos y bajo muchos otros tipos de exposiciones a agentes químicos” (ACI 201.2R-01). Pese a esto existen aquellos ambientes en los cuales se puede ver mermada la vida útil del hormigón.

Comprender estas condiciones de afectación permite tomar precauciones y medidas para reducir el deterioro y/o la reducción de esta afectación. Para que se produzca un ataque significativo al hormigón los químicos deben presentarse en forma de solución y con una concentración superior a la mínima.

Velocidad del ataque a temperatura ambiente	Ácidos inorgánicos	Ácidos orgánicos	Soluciones alcalinas	Soluciones salinas	Otros
Rápida	Clorhídrico Nítrico Sulfúrico	Acético Fórmico Láctico	–	Cloruro de aluminio	–
Moderada	Fosfórico	Tánico	Hidróxido de sodio* > 20%	Nitrato de amonio Sulfato de amonio Sulfato de sodio Sulfato de magnesio Sulfato de calcio	Bromo (gaseoso) Licor de sulfato
Lenta	Carbónico	–	Hidróxido de sodio* 10 a 20%	Cloruro de amonio Cloruro de magnesio Cianuro de sodio	Cloro (gaseoso) Agua de mar Agua blanda
Despreciable	–	Oxálico Tartárico	Hidróxido de sodio* < 10% Hipoclorito de sodio Hidróxido de amonio	Cloruro de calcio Cloruro de sodio Nitrato de cinc Cromato de sodio	Amoníaco (líquido)

* El efecto del hidróxido de potasio es similar al del hidróxido de sodio.

Imagen 6.1 Efecto de los agentes químicos de uso habitual sobre el hormigón (ACI 201.2R-01)

6.1.1. CONGELAMIENTO Y DESHIELO

“Exponer el hormigón fresco a ciclos de congelamiento y deshielo pone a prueba la capacidad del hormigón de sobrevivir sin sufrir daños” (ACI 201.2R-01). Los hormigones que han sido dosificados de una manera correcta pueden obtener resistencia a ciclos de congelación y deshielo por largo tiempo. Las condiciones extremas de congelamiento y deshielo en ciclos repetitivos pueden afectar la calidad de los hormigones de alta resistencia.

El congelamiento provoca que los cristales de hielos se formen en los capilares de mayor tamaño, provocando un aumento del porcentaje de álcalis en el segmento no congelado de la solución contenida en los capilares. La naturaleza del daño producido por el descongelamiento es de carácter físico y no químico, involucrando un mecanismo de presiones hidráulicas y osmóticas durante el congelamiento en la pasta, siendo un mecanismo más severo.

6.1.2. ATAQUE POR SULFATOS

Constituye uno de los problemas primordiales dentro de los problemas de patología que presenta el hormigón, debido a lo común de la afectación.

“Los sulfatos de sodio, potasio, calcio o magnesio que ocurren en la naturaleza, los cuales pueden atacar al hormigón endurecido, algunas veces se encuentran en el suelo y otras disueltos en el agua adyacente a las estructuras de hormigón”. (ACI 201.2R-01)

La formación de sulfatos necesita la presencia de oxígeno, siendo mayor la formación de sulfatos en las capas superiores del suelo. Existe un gran contenido de sulfatos en aguas freáticas en relación a la cantidad de materia orgánica, yeso y piritas; considerando factores adicionales como la aireación del suelo, capacidad de evaporación, corrientes de agua freática.

Adicionalmente, los sulfatos de origen químico, pueden provenir de la descomposición de material orgánico albuminoideas que contiene azufre en su molécula, el abono incrementa el contenido de sulfatos en el suelo y las zanjas permiten un incremento de ventilación del subsuelo obteniendo un mayor

porcentaje de oxidación del azufre. Al descomponerse en una vía anaeróbica las plantas en condiciones atmosféricas se forman cantidades considerables de sulfatos sódicos, potásicos y cálcicos.

El mecanismo de ataque por acción de los sulfatos es de los más peligrosos para el hormigón, atacando inicialmente las partículas de Clinker hidratado. Este mecanismo de ataque es de gran complejidad incluyendo una gran cantidad de procesos secundarios; con una correlación directa entre el contenido de aluminato tricálcico del material cementante (C_3A) y la vulnerabilidad a la acción del sulfato.

La pasta cementante sufre expansiones y agrietamientos, tornándose blanda; y esto aunado a la formación de yeso, causan pérdida de masa y disminución de resistencia

6.1.3. ATAQUE POR SALES

Se produce debido a la acción producida por el contacto de sales contenidas en el agua subterránea que contiene cloruro de sodio, sulfato y carbonato de sodio. El daño ocurre en las superficies expuestas del hormigón que se encuentran en contacto con el suelo cuyos componentes son las sales mencionadas anteriormente. Al disolverse, los iones se transportan a través del hormigón para después precipitarse a la superficie que se encuentra expuesta, los daños son visibles ya que se presenta una descamación superficial.

La degradación del hormigón expuesto es progresiva, el contacto permanente junto con los cambios de humedad y/o temperatura en ciclos, puede provocar

la desintegración de hormigones de altas relaciones agua/cemento, debido a su alta porosidad.

6.1.4. ATAQUE POR ÁCIDOS

Los ataques de los ácidos tienen cabida en diferentes tipos de climas, pero su principal zona de afectación se genera en climas cálidos y en lugares confinados, donde existe una acción directa de bacterias anaerobias y aerobias, generando principalmente gas de hidrógeno sulfuroso proveniente de las aguas contaminadas.

Los hormigones expuestos a ácidos, se ven afectados debido a las reacciones que estos producen, con el hidróxido de calcio de cemento en primer lugar y posteriormente con hidroaluminatos e hidrosilicatos de calcio provenientes del hormigón endurecido para componer sales de cálcicas. Esta reacción química generalmente origina compuestos de calcio en soluciones acuosas que son eliminados posteriormente.

En general, el cemento portland no posee una buena resistencia a los ácidos, pudiendo tolerar algunos tipos de ácidos débiles ocasionalmente. (ACI 201.2R-01)

“Los ácidos orgánicos que se originan en los silos utilizados para almacenar productos agrícolas o en instalaciones de industrias manufactureras o procesadoras tales como las cerveceras, lecherías, plantas de enlatado y molinos de pulpa de madera, pueden provocar daños superficiales”. (ACI 201.2R-01)

Los ácidos pueden ser de carácter orgánico e inorgánico

a) Ácidos orgánicos. – dentro de los principales tenemos:

-Ácido Acético. – ácido moderadamente fuerte que al reaccionar con hidróxidos de calcio genera sales solubles provocando un deterioro importante. Proveniente de vinagres y vinos.

-Ácido Láctico. – ácido moderadamente fuerte forma lactatos de fácil lixiviación produciendo un deterioro importante. Proviene de industrias lácteas.

-Ácido Fórmico. - ácido moderadamente fuerte con características semejantes al ácido acético, pero con una acción corrosiva menor.

-Ácido Húmico. - ácido débil de gran facilidad de producción de sales insolubles al reaccionar con hidróxido de calcio, lo cual produce importantes daños en el hormigón, su presencia genera alteraciones durante el proceso de fraguado y endurecimiento.

b) Ácidos inorgánicos. –

El ataque de ácidos inorgánicos se genera sobre los hidróxidos de calcio que se manifiestan en la hidratación del cemento, originando sales solubles las que se eliminan produciendo espacios vacíos en el hormigón. Los principales ácidos que afectan al hormigón son:

-Ácido Clorhídrico. - ácido fuerte, la reacción de este ácido con el hidróxido de calcio son muy solubles y de fácil lixiviación.

-Ácido Sulfhídrico. - ácido ligeramente agresivo, el cual al reaccionar con el hidróxido cálcico genera sales lixiviables, este ácido al oxidarse se transforma en sulfúrico aumentando su daño

-Ácido Sulfúrico. - ácido fuerte, que da lugar a la formación de sulfato cálcico dihidratado al entrar en contacto con el hidróxido cálcico, este puede destruir al hormigón dando lugar a un deterioro importante del mismo.

-Ácido Carbónico. - ácido medianamente fuerte, procedente de combustibles y combustión de carbón, se forma por la disolución acuosa del anhídrido carbónico.

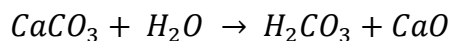
-Ácido Nítrico. – ácido fuerte, da lugar a nitratos solubles al reaccionar con la cal, deterioro muy agresivo

6.1.5. CARBONATACIÓN

“Cuando un hormigón o mortero está expuesto a dióxido de carbono se origina una reacción que produce carbonatos; esta reacción es acompañada por contracción”. (ACI 201.2R-01) Perdiendo la alcalinidad como resultado de la reacción de los gases ácidos CO_2 y SO_2 con los álcalis hidróxidos de sodio, potasio y calcio, neutralizándolos, lo cual genera sulfatos y carbonatos disminuyendo el pH a un valor de 9.

Al solubilizarse el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se puede filtrar a través del concreto, reaccionando con el CO_2 del ambiente produciendo el efecto de carbonatación, notándolo por el apareamiento de nódulos de color blanquecino

Esta reacción del hidróxido de calcio para formar los carbonatos, la cual por hidrólisis genera el ácido como se indica:



La profundidad de carbonatación depende de la permeabilidad, siendo así, varía con el tiempo y por tanto con la relación agua/cemento menor a 0.6, la carbonatación no ingresa más de 5 mm

La carbonatación intencional que se puede producir durante el proceso de producción puede beneficiar mejorando las propiedades como: resistencia, dureza en los hormigones

Los mayores porcentajes de carbonatación se producen cuando la humedad relativa se mantiene entre 50% - 75%; y con humedad relativa menor que 25% el grado de carbonatación se considera mínimo, mayor a 75% de humedad no permite la penetración en los poros de CO₂

El CO₂ que se absorbe por las aguas superficiales (lluvia) ingresa a las aguas subterráneas o contenidas dentro de los suelos como ácido carbónico, aportando CO₂ a la descomposición de materia vegetal en conjunto con el ácido húmico, generando niveles altos de CO₂ libre, sin poder determinar la agresividad en base únicamente del pH, debido a las altas cantidades de CO₂ agresivo

6.2. ÁCIDO HÚMICO

6.2.1. INTRODUCCIÓN

Los ácidos húmicos tienen una formación química y biológica proveniente de la materia vegetal y animal, mediante procesos biológicos de los microorganismos se forman por oxidación y descomposición de la materia orgánica, componiéndose así por ácidos húmicos derivados de la humificación. Obteniéndose principalmente de la Leonardita (sustancia orgánica humificada, en un estado de transformación entre lignito y turba), ya que brinda mejores características, mejor calidad y mayores propiedades. Las moléculas complejas existen en forma natural en el océano, suelo, aguas naturales y suelos.

Una de las principales propiedades del ácido húmico es un mejor intercambio iónico promoviendo que los elementos como hierro, calcio, magnesio y zinc sean absorbidos más fácilmente.

7. CAPITULO VII RESULTADOS DE ENSAYOS Y ANÁLISIS

7.1. ENSAYOS MINA DE PIFO

Comparación resistencia media, resistencia característica ensayo de compresión, para una resistencia esperada a los 28 días de 240 Kg/cm²

Tabla 7.1 Resistencia Media-Resistencia Característica, Dosificación Normal-PIFO, Fuente: EL Autor

RESISTENCIA OBTENIDA MINA PIFO				
EDAD	28 DIAS	56 DIAS	91 DIAS	126 DIAS
Muestra 1	226.8	326.2	342.3	394.0
Muestra 2	230.7	263.3	358.8	299.0
Muestra 3	188.5	325.5	349.9	336.1
Muestra 4	225.6	242.3	332.5	352.9
f'c med (Kg/cm2)	217.9	289.3	345.9	345.5
desv	19.7	43.1	11.2	39.4
f'c car (Kg/cm2)	191.2	231.2	330.8	292.3

7.1.1. RESISTENCIA MEDIA Y CARACTERÍSTICA POR EDADES Y CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN

Tabla 7.2 Resumen Resistencia Media-Resistencia Característica, por Edades y Dosificaciones-PIFO, Fuente: EL Autor

ENSAYO DE COMPRESION PIFO RESISTENCIA (Kg/cm2)								
	f'c med	f'c car	f'c med	f'c car	f'c med	f'c car	f'c med	f'c car
	28 DIAS	28 DIAS	56 DIAS	56 DIAS	91 DIAS	91 DIAS	126 DIAS	126 DIAS
NORMAL	217.9	191.2	289.3	231.2	345.9	330.8	345.5	292.3
5%	278.7	260.4	303.2	264.9	328.7	311.3	347.0	337.4
10%	279.2	257.8	313.9	297.6	292.7	235.0	336.0	296.4
15%	258.7	201.2	286.4	244.0	309.9	290.0	333.5	271.8

7.1.2. RESUMEN DE RESULTADOS MUESTRAS ENSAYADAS A COMPRESIÓN SIMPLE. MINA DE PIFO

Tabla 7.3 Resistencia Media, por Edades y Dosificaciones-PIFO, Fuente: EL Autor

ENSAYO DE COMPRESION PIFO RESISTENCIA								
MEDIA (Kg/cm2)								
	28 DIAS	28 DIAS %	56 DIAS	56 DIAS %	91 DIAS	91 DIAS %	126 DIAS	126 DIAS %
NORMAL	217.9	100	289.3	100	345.9	100	345.5	100
5%	278.7	127.9	303.2	104.8	328.7	95.0	347.0	100.4
10%	279.2	128.2	313.9	108.5	292.7	84.6	336.0	97.3
15%	258.7	118.7	286.4	99.0	309.9	89.6	333.5	96.5

Tabla 7.4 Resistencia Característica, por Edades y Dosificaciones-PIFO, Fuente: EL Autor

ENSAYO DE COMPRESION RESISTENCIA CARACTERISTICA PIFO								
f'c car (Kg/cm2)								
	28 DIAS	28 DIAS %	56 DIAS	56 DIAS %	91 DIAS	91 DIAS %	126 DIAS	126 DIAS %
NORMAL	191.2	100	231.2	100	330.8	100	292.3	100
5%	260.4	136.2	264.9	114.6	311.3	94.1	337.4	115.4
10%	257.8	134.8	297.6	128.7	235.0	71.0	296.4	101.4
15%	201.2	105.2	244.0	105.5	290.0	87.7	271.8	93.0

7.1.3. GRÁFICAS EDAD vs RESISTENCIA

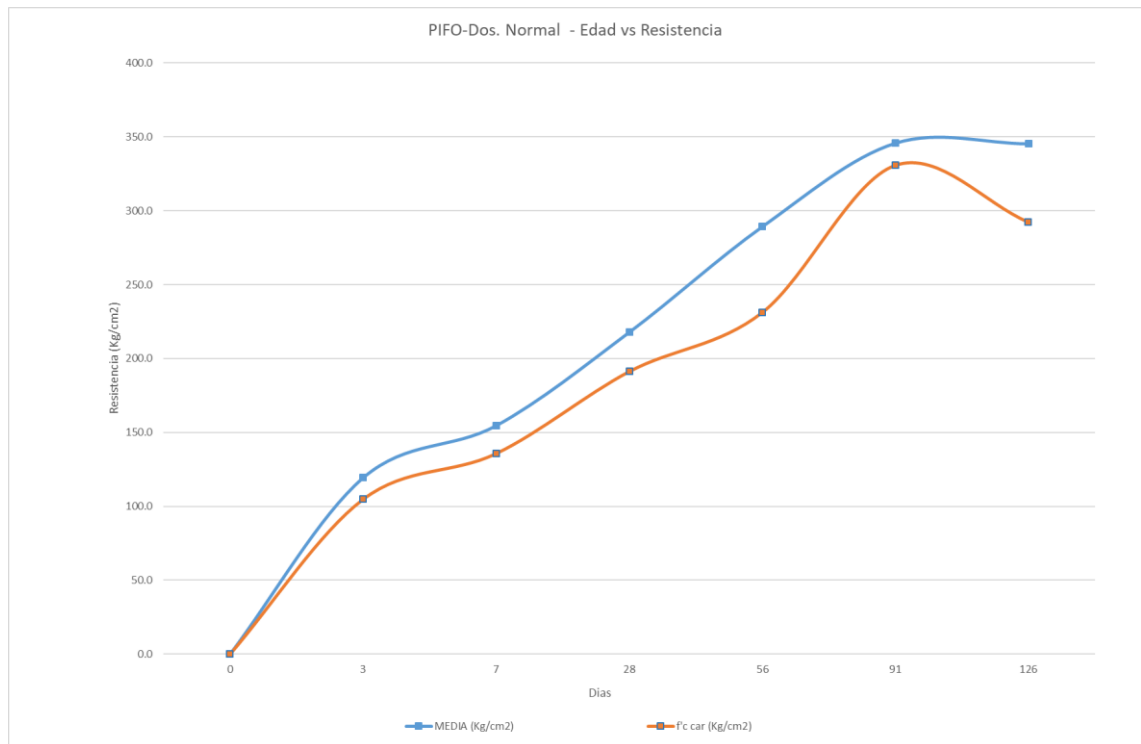


Gráfico 7.1 Edad vs Resistencia, Dosificación Normal-PIFO

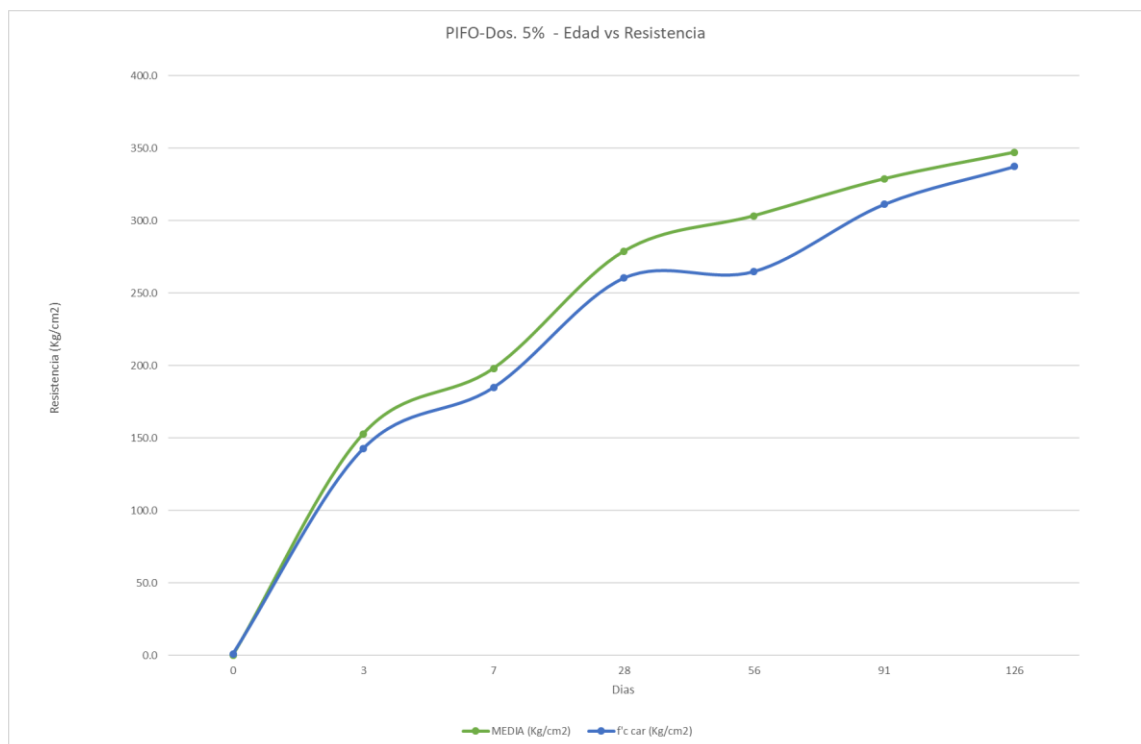


Gráfico 7.2 Edad vs Resistencia, Dosificación 5%-PIFO

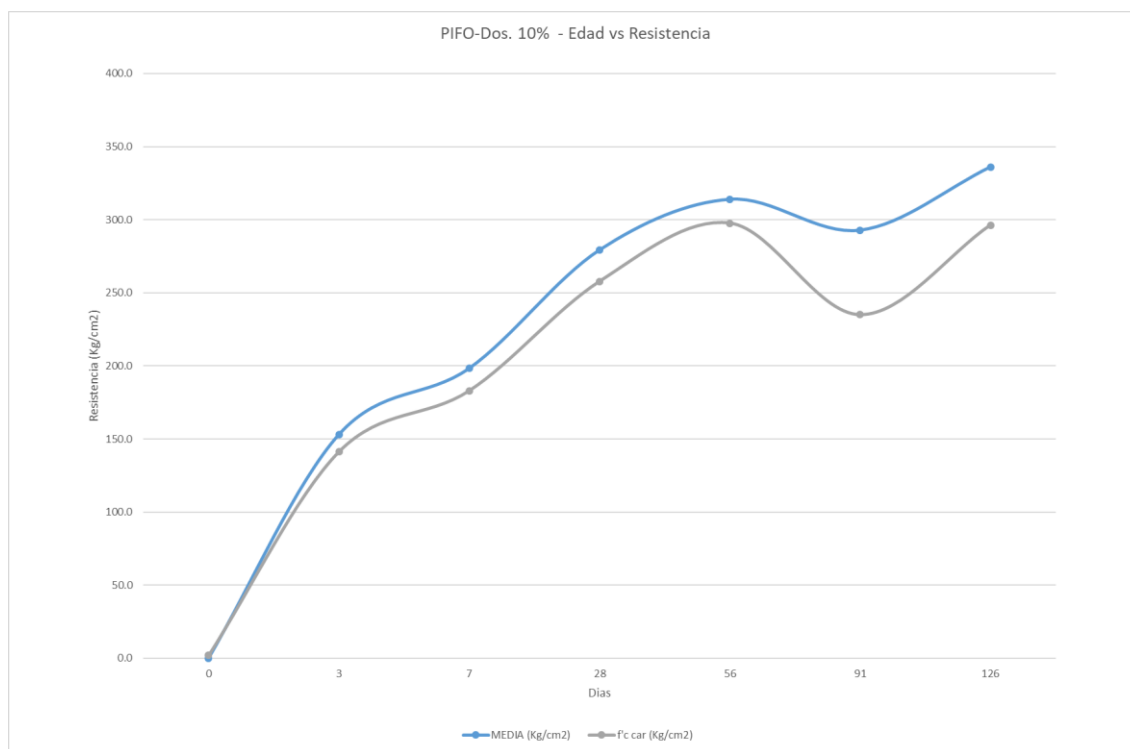


Gráfico 7.3 Edad vs Resistencia, Dosificación 10%-PIFO

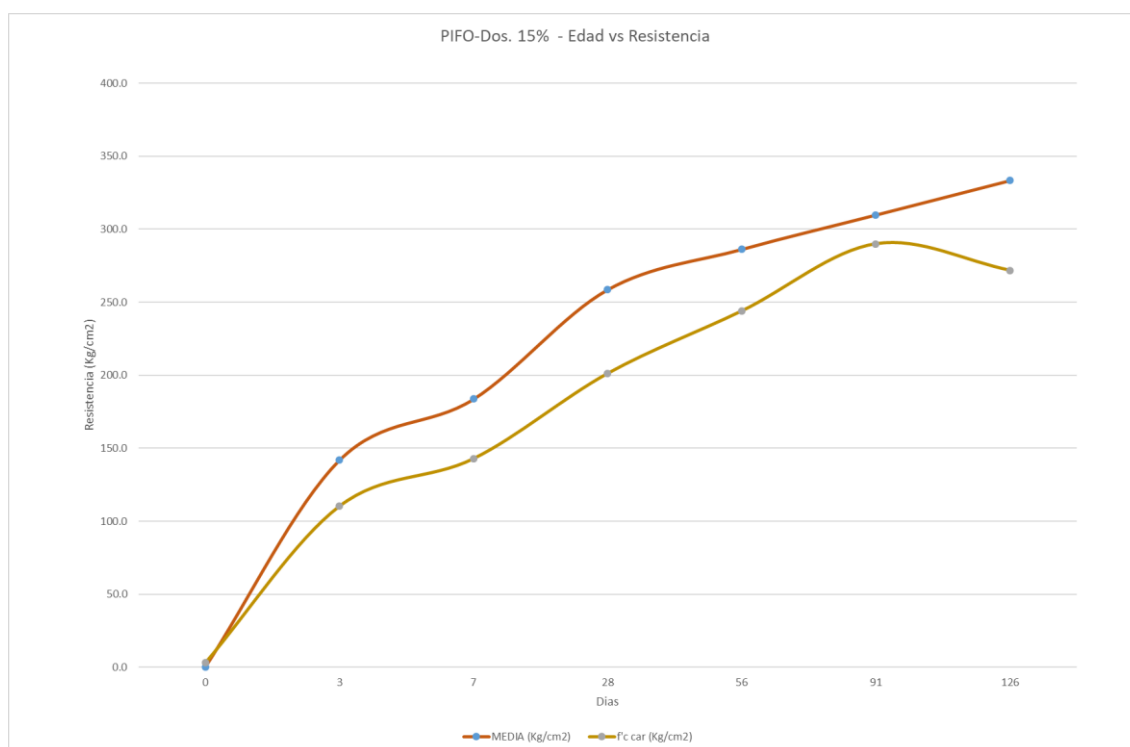


Gráfico 7.4 Edad vs Resistencia, Dosificación 15%-PIFO

7.1.4. GRÁFICO DE BARRAS RESISTENCIA MEDIA POR EDADES

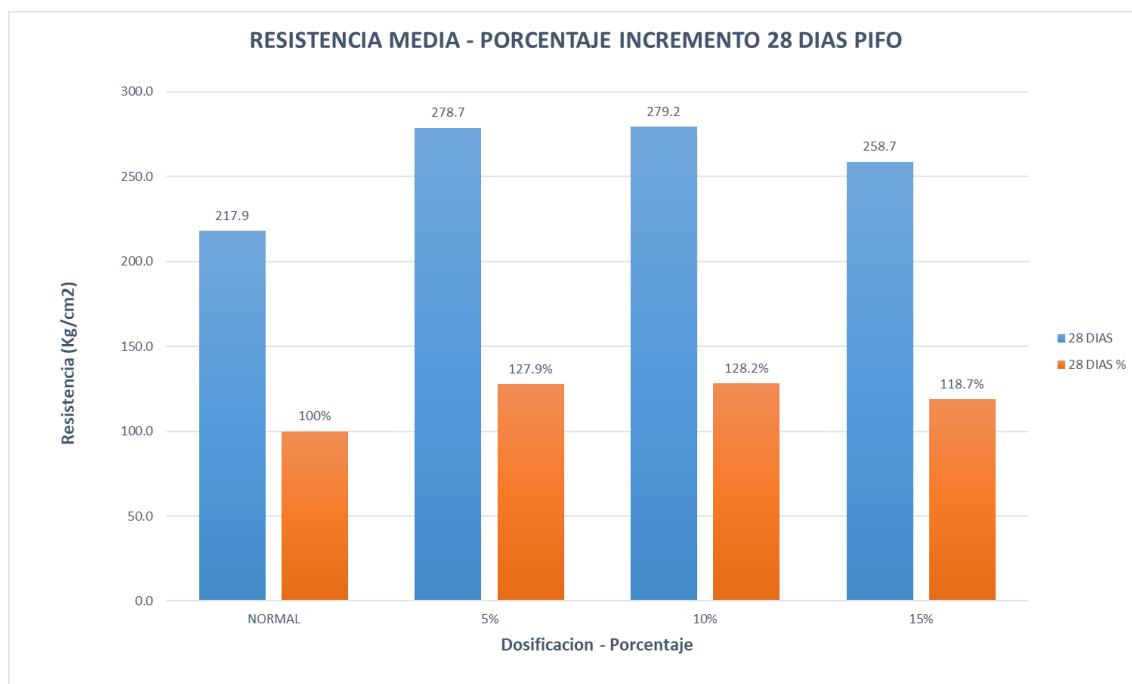


Gráfico 7.5 Resistencia Media – Porcentaje de Incremento 28 días-PIFO

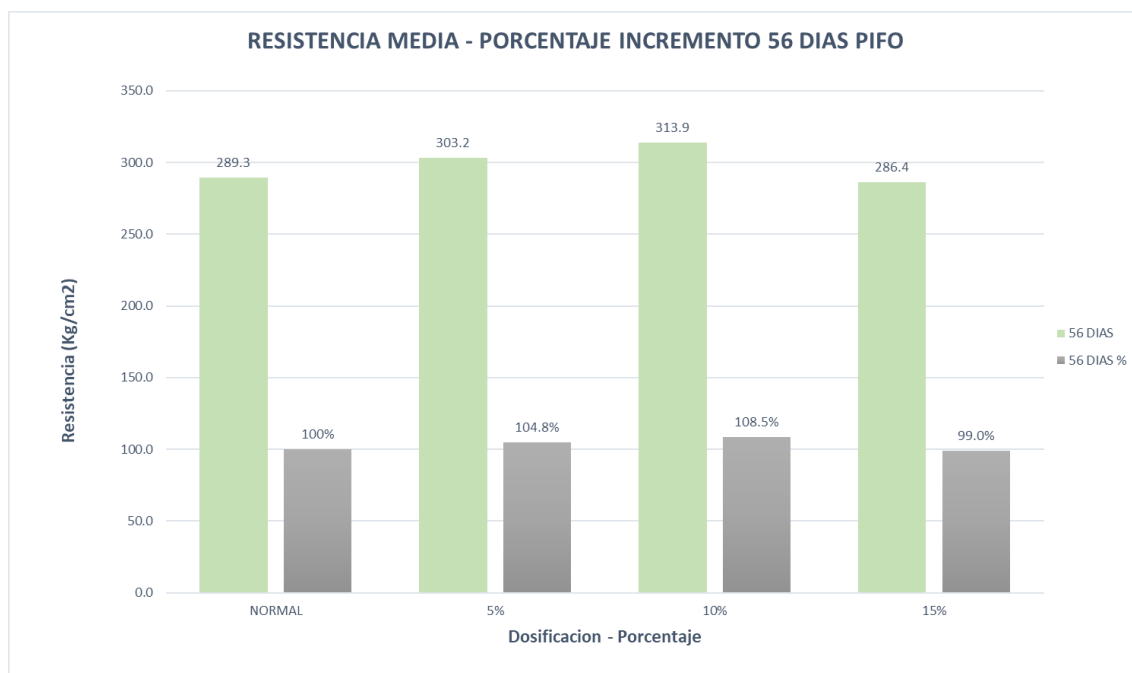


Gráfico 7.6 Resistencia Media – Porcentaje de Incremento 56 días-PIFO

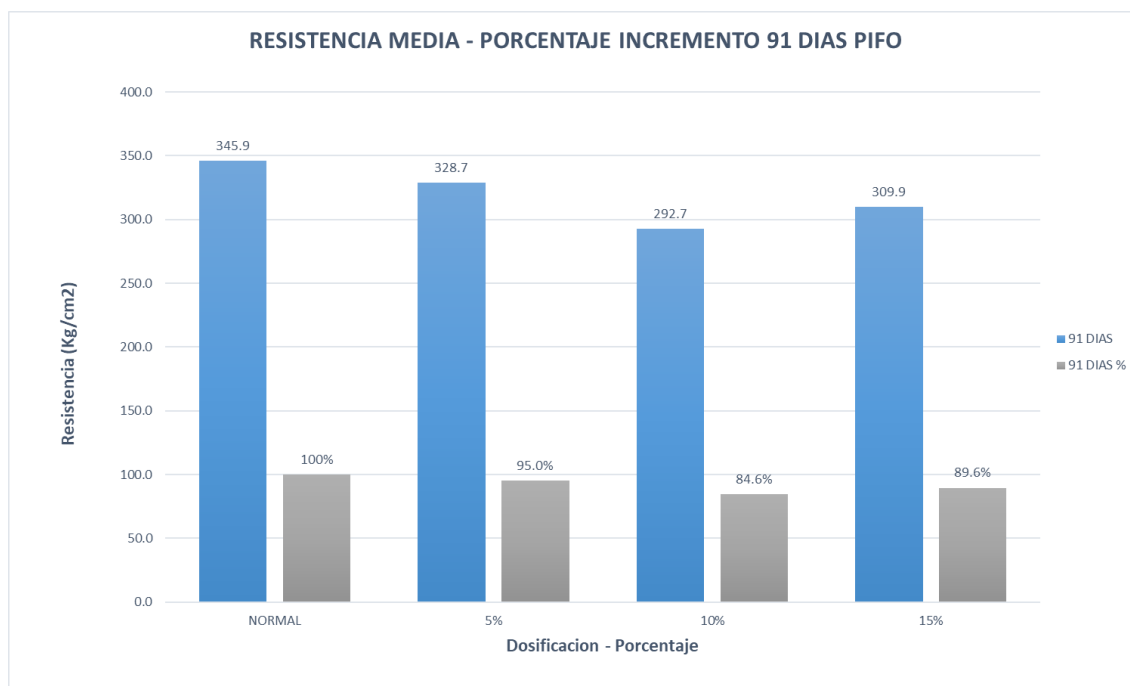


Gráfico 7.7 Resistencia Media – Porcentaje de Incremento 91 días-PIFO

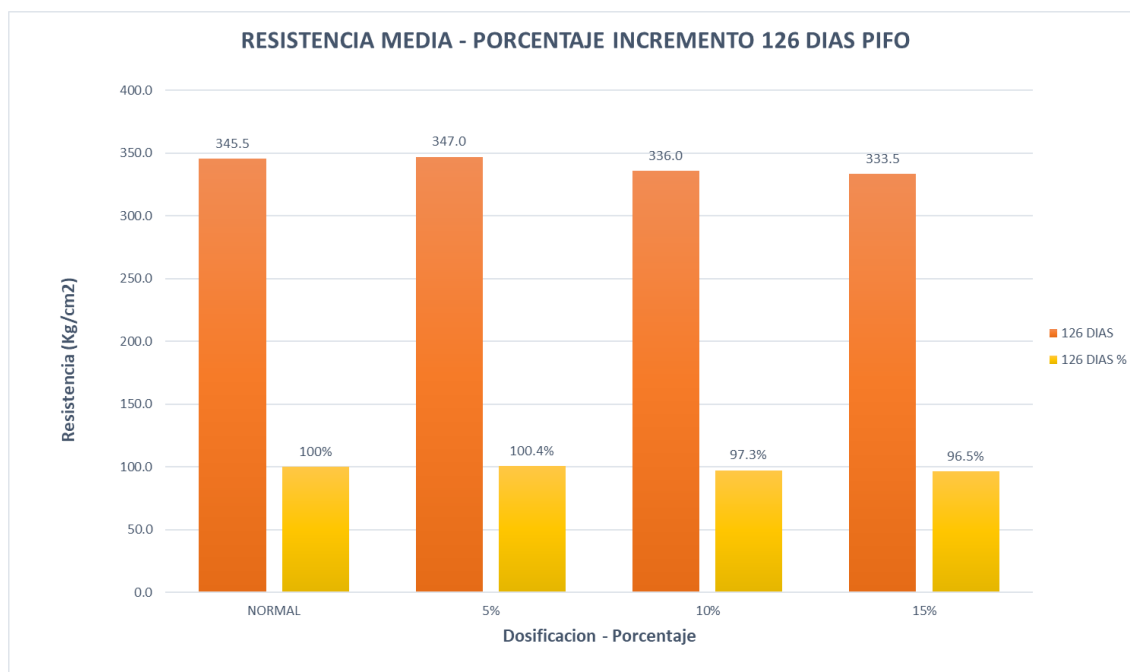


Gráfico 7.8 Resistencia Media – Porcentaje de Incremento 126 días-PIFO

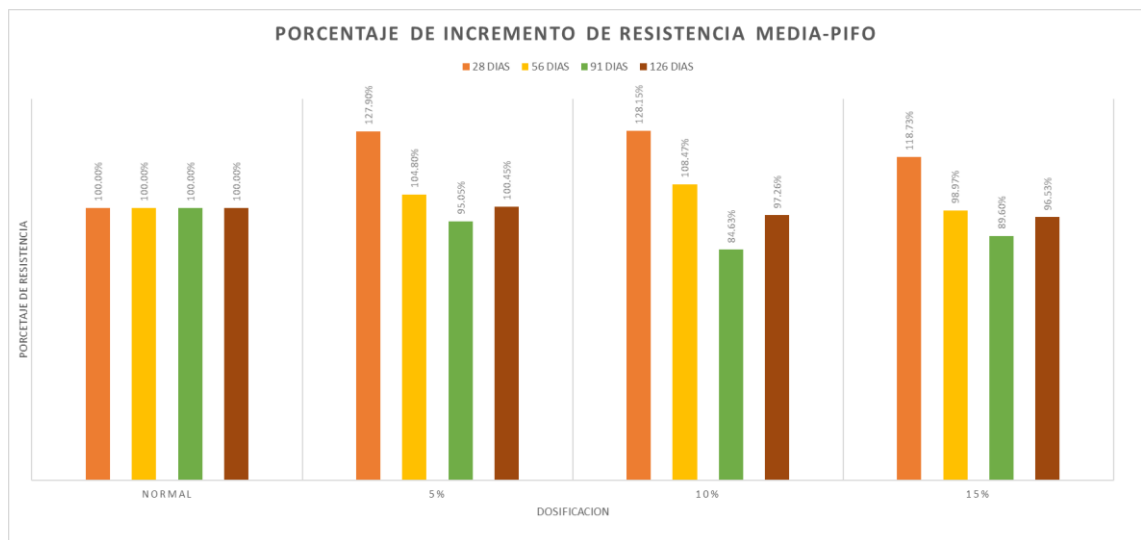


Gráfico 7.9 *Porcentaje de Incremento de Resistencia Media por edades-PIFO*

7.1.5. GRÁFICO DE BARRAS RESISTENCIA CARACTERÍSTICA POR EDADES

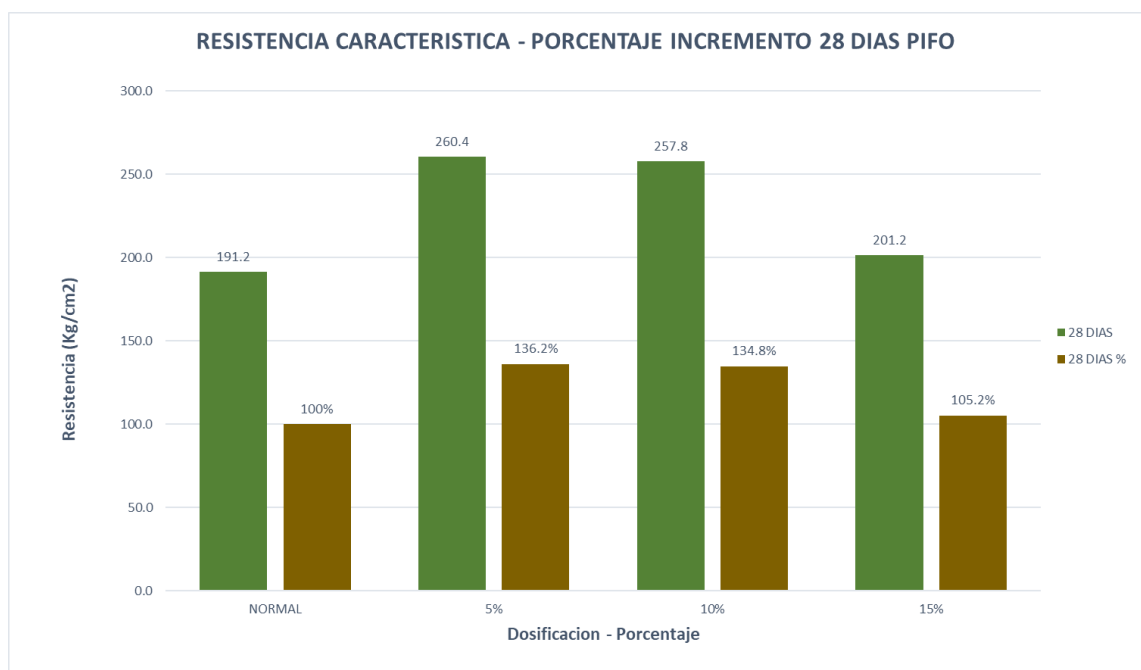


Gráfico 7.10 *Resistencia Característica – Porcentaje de Incremento 28 días-PIFO*

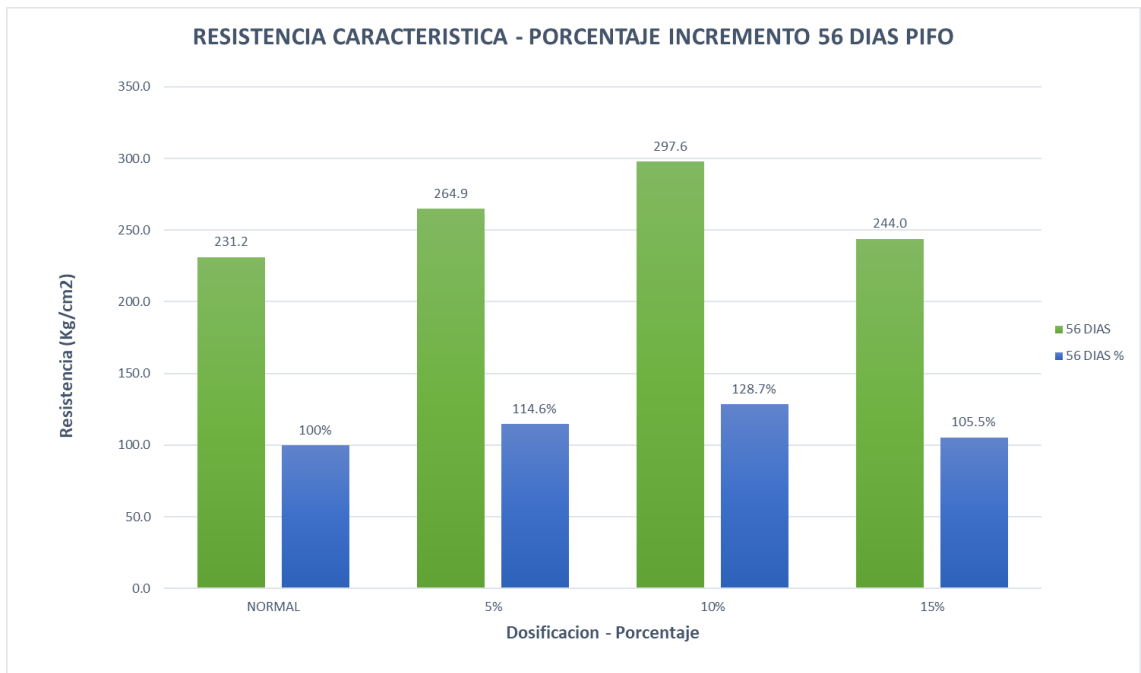


Gráfico 7.11 Resistencia Característica – Porcentaje de Incremento 56 días-PIFO

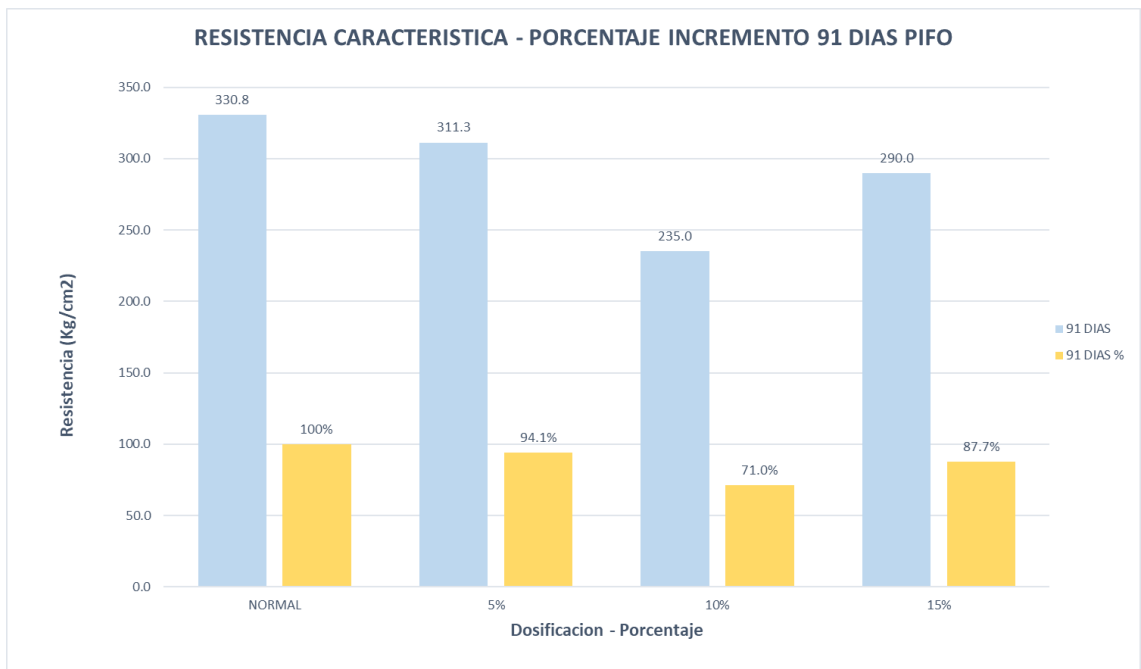


Gráfico 7.12 Resistencia Característica – Porcentaje de Incremento 91 días-PIFO

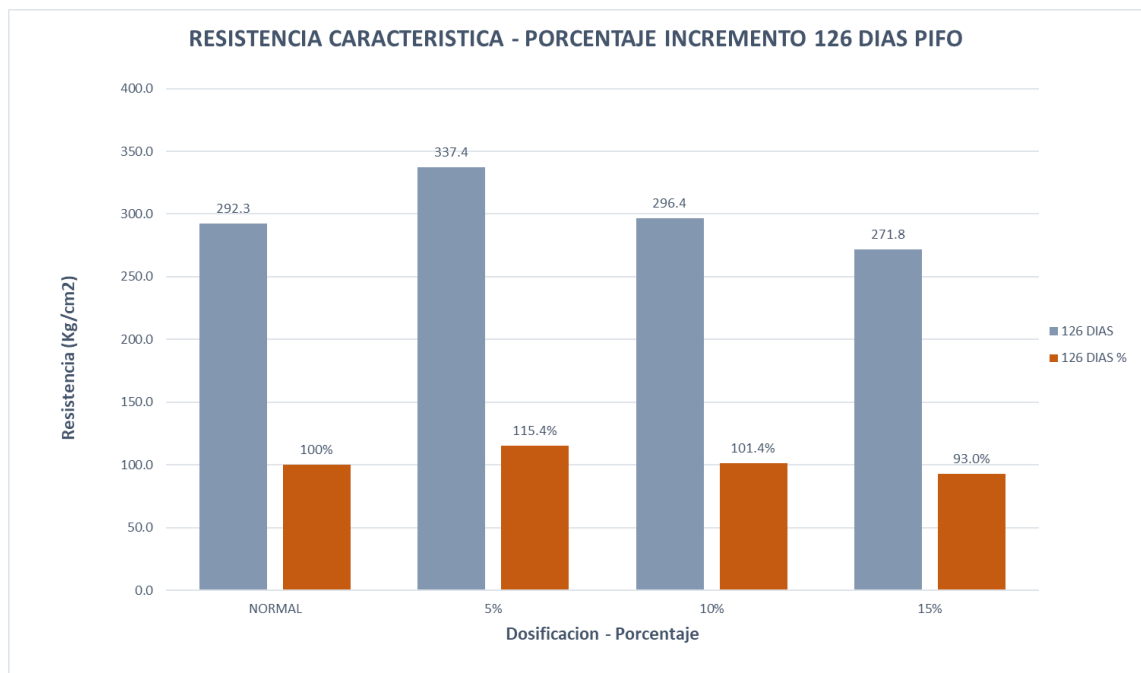


Gráfico 7.13 Resistencia Característica – Porcentaje de Incrementó 126 días-PIFO

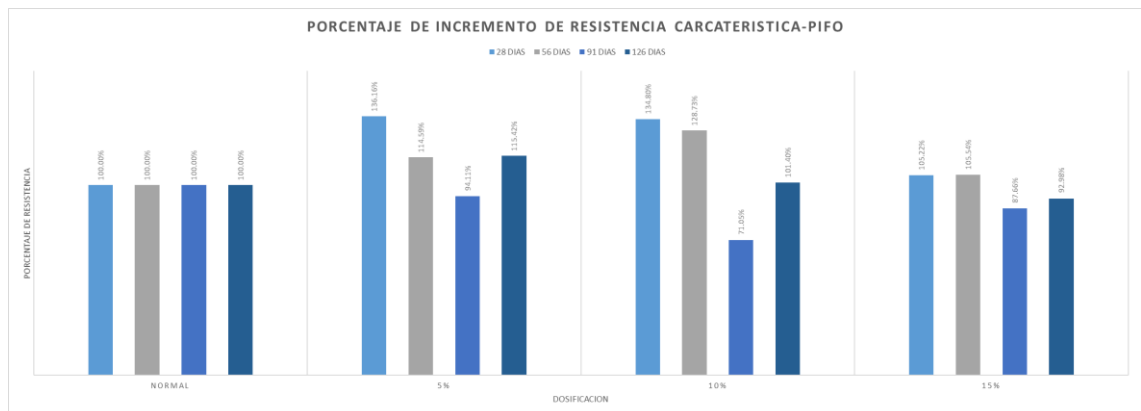


Gráfico 7.14 Porcentaje de Incrementó de Resistencia Característica por edades-PIFO

Con los materiales de la mina de Pifo, en los cilindros de hormigón para una resistencia esperada a los 28 días en las muestras de control es de 240 kg/cm² y sometido a condiciones de curado en agua hasta el momento de la rotura, se obtuvo una resistencia media de 217.9 kg/cm², que corresponde al 90.8% de la resistencia de diseño; y una resistencia característica de 191.2 kg/cm² lo que representa el 79.7% de la resistencia

de diseño; valores que nos indican que no se ha logrado la resistencia requerida. Sin embargo, se puede observar un crecimiento significativo de la resistencia a medida que aumenta la edad.

La resistencia característica presenta un crecimiento superando la resistencia de diseño, después de haber llegado a un valor de 292.3 kg/cm^2 que representa un 21.8% de incremento con respecto a la esperada. (Ver Tabla 7.1 y Grafico 7.1).

En los cilindros de hormigón sometidos a la solución acida, se observa un crecimiento inicial en todas las concentraciones, con un porcentaje mayor de incremento producto de la solución acida, con valores que aumentan fluctuando en relación a la edad entre 5%-36% a 28 días y aproximadamente del 5%-15% a los 56 días. A partir de los 91 días se puede apreciar un decrecimiento de la resistencia como se indica en los valores de la característica con porcentajes entre 6% al 29% de reducción (Ver Tabla 7.3). En conclusión, se puede pensar que desde el momento que el hormigón se ve afectado por la acción de la solución del ácido, el decremento en la resistencia va aumentando a lo largo del tiempo, indistintamente del porcentaje de solución acida al que esté sometido las probetas.

7.1.6. MÓDULO DE ELASTICIDAD

Tabla 7.5 *Módulo de Elasticidad por Edades y Dosificaciones-PIFO*, Fuente: EL Autor

MODULO DE ELASTICIDAD PIFO												
Peso Unitario del Hormigon 2.285 T/m3												
DIAS	DOSIFICACION	RESISTENCIA (F'c (Kg/cm2))	Ec	λ	PROMEDIO λ	PROMEDIO EDAD λ	DESVIACION λ	CARACTERISTICA λ	Ψ	PROMEDIO Ψ	DESVIACION Ψ	CARACTERISTICA Ψ
28	NORMAL	225.6	227753.50	15163.36	15175.51	14819.31	333.62	14485.68	4390.0	4290.41	96.59	4193.82
28	NORMAL	188.5	208519.36	15187.65					4397.1			
28	5%	291.8	248460.76	14545.05					4211.0			
28	5%	270.8	244561.03	14861.51	4302.6							
28	10%	276.6	247572.04	14885.91	4309.7							
28	10%	265.7	230911.89	14166.11	4101.3							
28	15%	269	245160.15	14947.68	4327.6							
28	15%	197.3	207846.38	14797.18	14872.43				4284.0			
56	NORMAL	325.5	256567.38	14220.86	14362.87	14709.60	461.39	14248.21	4117.1	4258.64	133.58	4125.07
56	NORMAL	242.3	225782.80	14504.88					4199.4			
56	5%	298.4	262457.14	15193.54					4398.8			
56	5%	303.5	269692.31	15480.65	4481.9							
56	10%	312.9	253760.00	14345.66	4153.3							
56	10%	299.5	246595.35	14249.07	4125.3							
56	15%	278.6	248179.96	14868.81	4304.7							
56	15%	307.4	259718.92	14813.29	14841.05				4288.7			
91	NORMAL	332.5	267339.90	14661.15	14746.29	14650.95	329.84	14321.11	4244.6	4241.67	95.49	4146.17
91	NORMAL	349.9	277431.02	14831.43					4293.9			
91	5%	328.4	266307.69	14695.42					4254.5			
91	5%	345.6	271932.52	14627.64	4234.9							
91	10%	241	219065.76	14111.27	4085.4							
91	10%	282.9	241489.09	14357.57	4156.7							
91	15%	331.2	277367.74	15240.91	4412.5							
91	15%	298.7	253752.00	14682.22	14961.57				4250.7			
126	NORMAL	352.9	276231.59	14704.41	14829.45	14893.36	150.88	14742.48	4257.1	4311.85	43.68	4268.16
126	NORMAL	336.1	274161.00	14954.48					4329.5			
126	5%	356.9	281693.84	14910.91					4316.9			
126	5%	346.7	276330.21	14840.60	4296.6							
126	10%	331.1	274424.14	15081.44	4366.3							
126	10%	297.7	257496.05	14923.86	4320.7							
126	15%	310.9	265619.28	15064.31	4361.3							
126	15%	280.1	245467.52	14666.87	14865.59				4246.3			

Con los resultados de los módulos de elasticidad obtenidos en el laboratorio, se calculó λ usando la Ec. 5, de lo que se puede observar, los valores obtenidos para un mismo tipo de hormigón no varían mayormente, ni por la edad, así como tampoco por el porcentaje de concentración de la solución de ácido húmico; eso si se diferencia notoriamente entre hormigones de diferente material, por lo que los cálculos y el análisis se realizaron por separado para cada uno de los agregados.

El valor característico calculado de λ PIFO es de 14466 Kg/cm² para un peso unitario del hormigón Pu_{PIFO} de 2.285 T/m³ (Referencia Tabla 7.5), reemplazando estos datos en la Ec. 8 se obtiene un valor de Ψ_{PIFO} igual a 4179 (Referencia Tabla 7.5), con el peso unitario del hormigón obtenido en la investigación y si se reemplaza en la

ecuación 6 de ACI (Referencia Ec. 6) se obtiene un valor de λ igual a 14749 Kg/cm², mayor al valor calculado en un 2%; que relativamente no es muy relevante y estaría dentro de las variaciones razonables.

7.1.7. TENSIÓN EN CILINDROS (ENSAYO BRASILEIRO)

Tabla 7.6 Resistencia Media-Ensayo Tensión en Cilindros, por Edades y Dosificaciones, Fuente: EL Autor

ENSAYO BRASILEIRO PIFO RESISTENCIA								
MEDIA (Kg/cm2)								
	28 DIAS	28 DIAS %	56 DIAS	56 DIAS %	91 DIAS	91 DIAS %	126 DIAS	126 DIAS %
NORMAL	31.60	100	35.73	100	39.88	100	41.05	100
5%	31.16	98.5	34.96	100.6	39.28	99.6	40.58	109.2
10%	30.77	97.2	34.38	96.1	39.03	94.6	39.84	108.8
15%	30.46	96.2	33.84	103.7	38.57	97.4	39.46	103.3

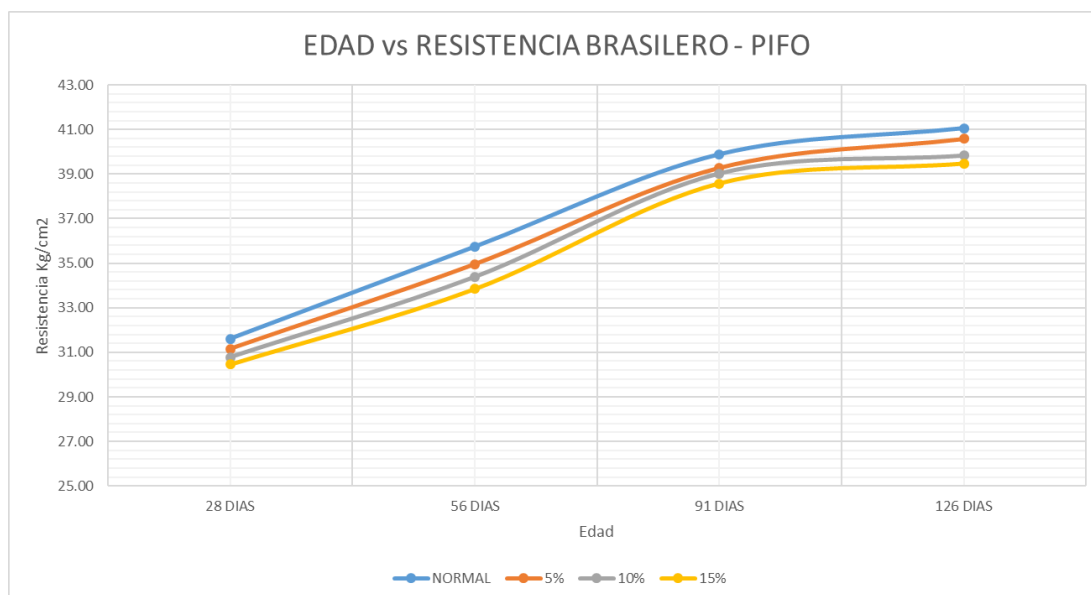


Gráfico 7.15 Edad vs Resistencia-PIFO

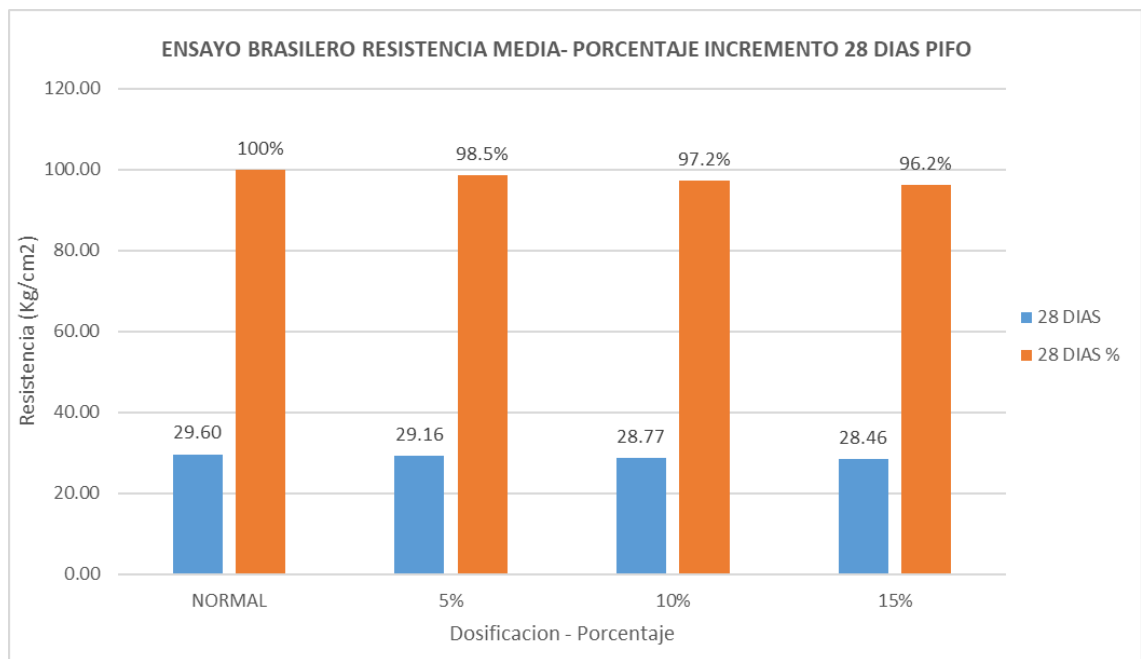


Gráfico 7.16 *Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 28 días-PIFO*

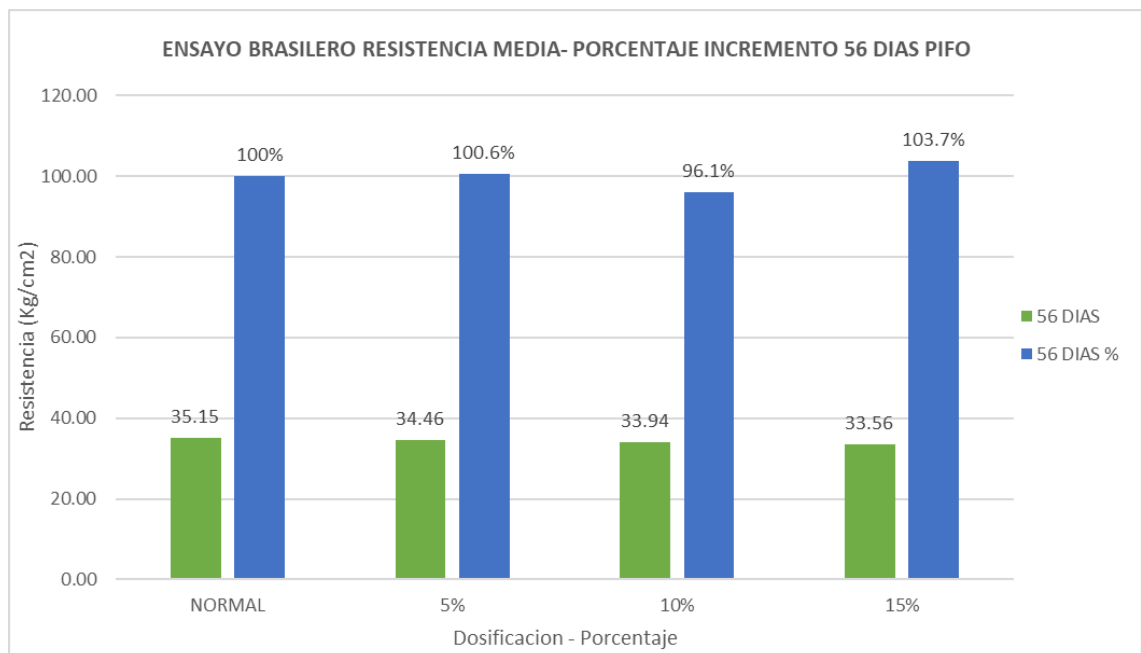


Gráfico 7.17 *Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 56 días-PIFO*

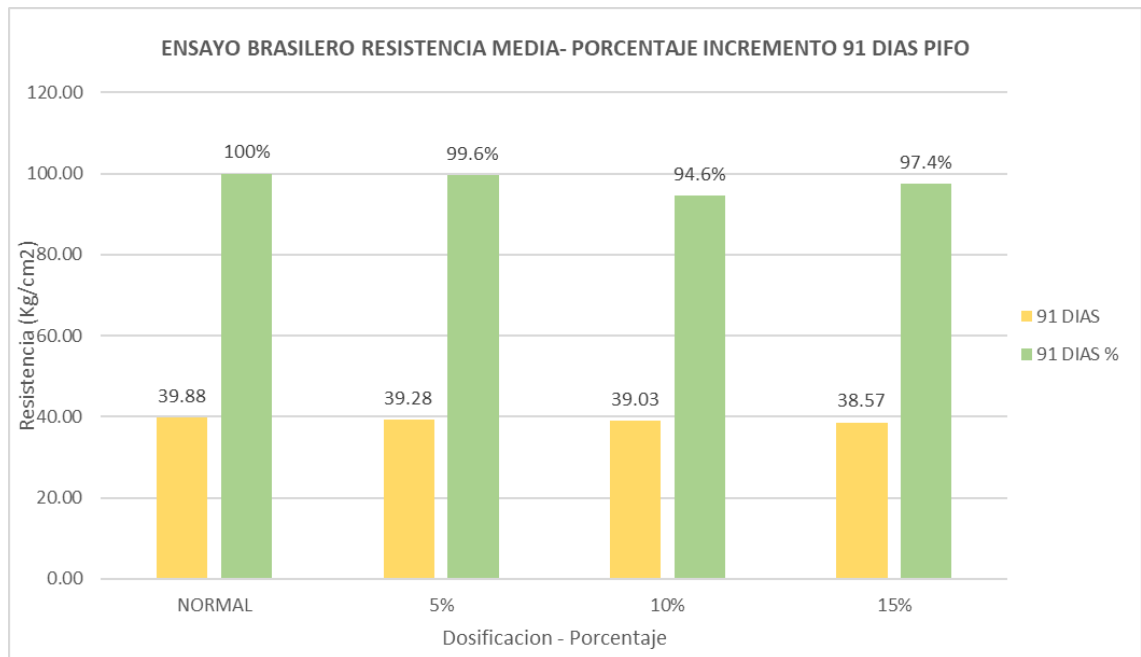


Gráfico 7.18 *Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incremento 91 días-PIFO*

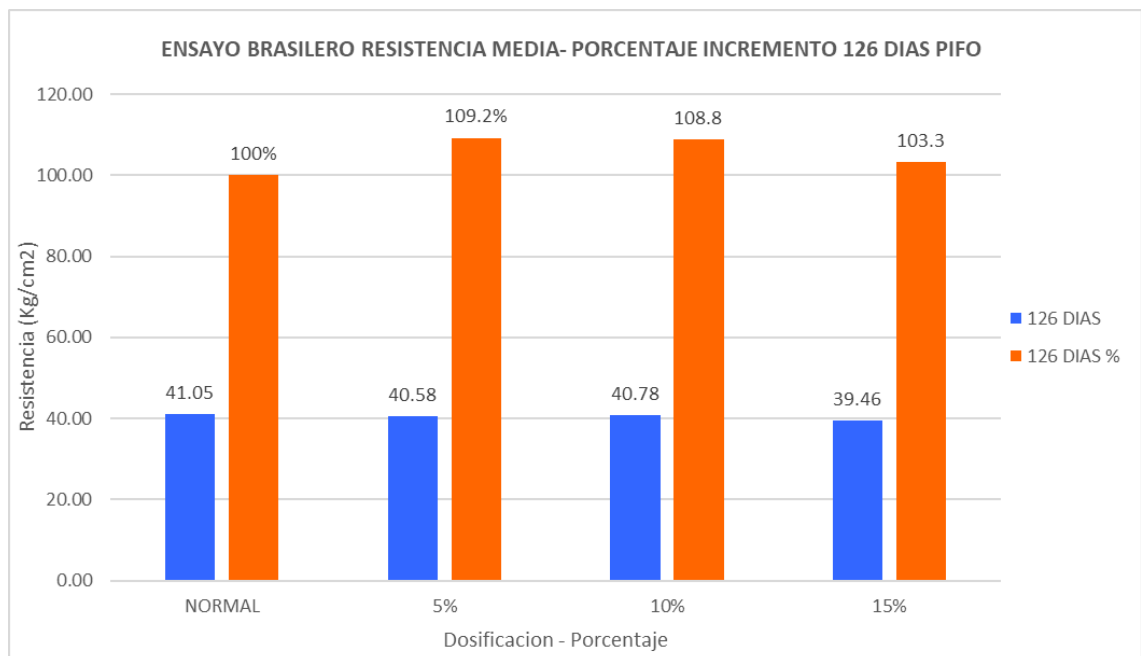


Gráfico 7.19 *Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incremento 126 días-PIFO*

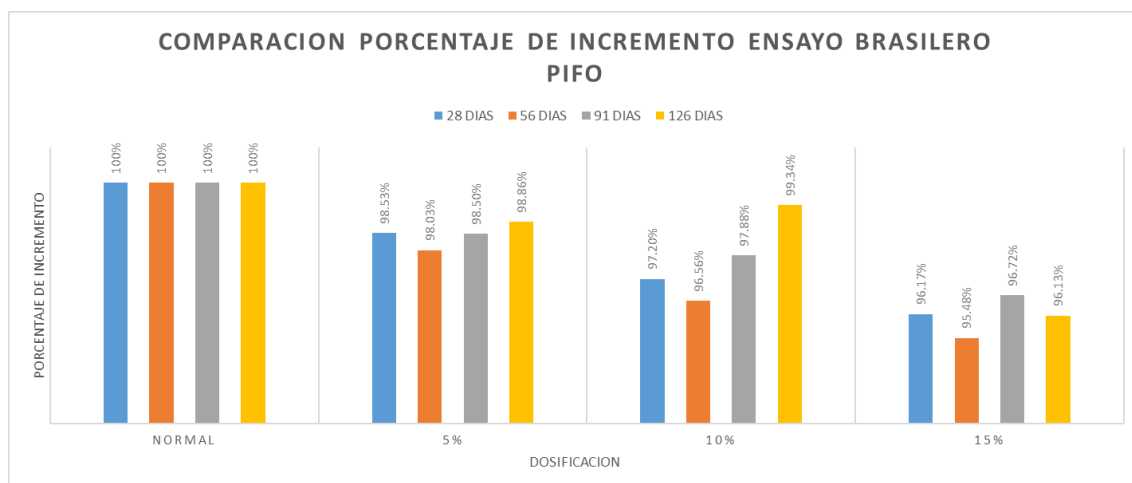


Gráfico 7.20 *Porcentaje de Incremento de Resistencia Ensayo Brasileiro por edades-PIFO*

7.1.8. FLEXIÓN DE VIGAS

Tabla 7.7 *Flexión de Vigas, por Edades y Dosificaciones, Fuente: EL Autor*

TRACCION EN VIGUETAS PIFO MODULO DE ROTURA (Kg/cm2)				
	28 DIAS	28 DIAS %	126 DIAS	126 DIAS %
NORMAL	40.79	100.0	42.78	100.0
5%	40.89	100.3	43.60	101.9
15%	42.58	104.4	45.54	106.4

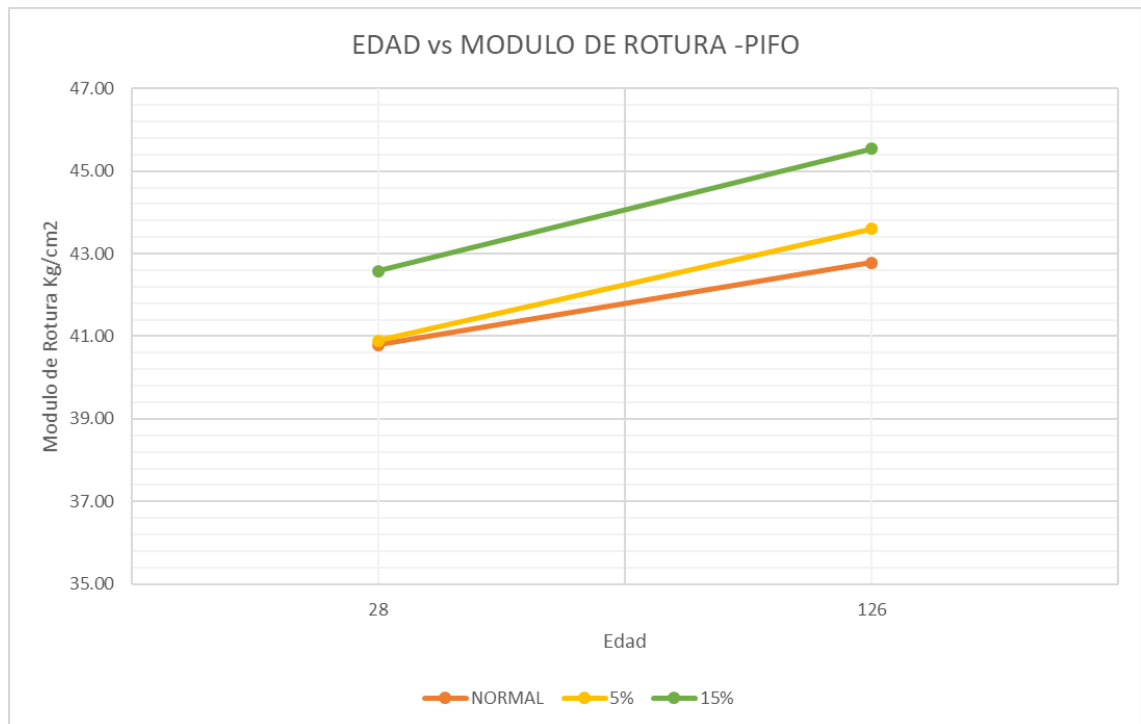


Gráfico 7.21 *Edad vs Módulo de Rotura-PIFO*

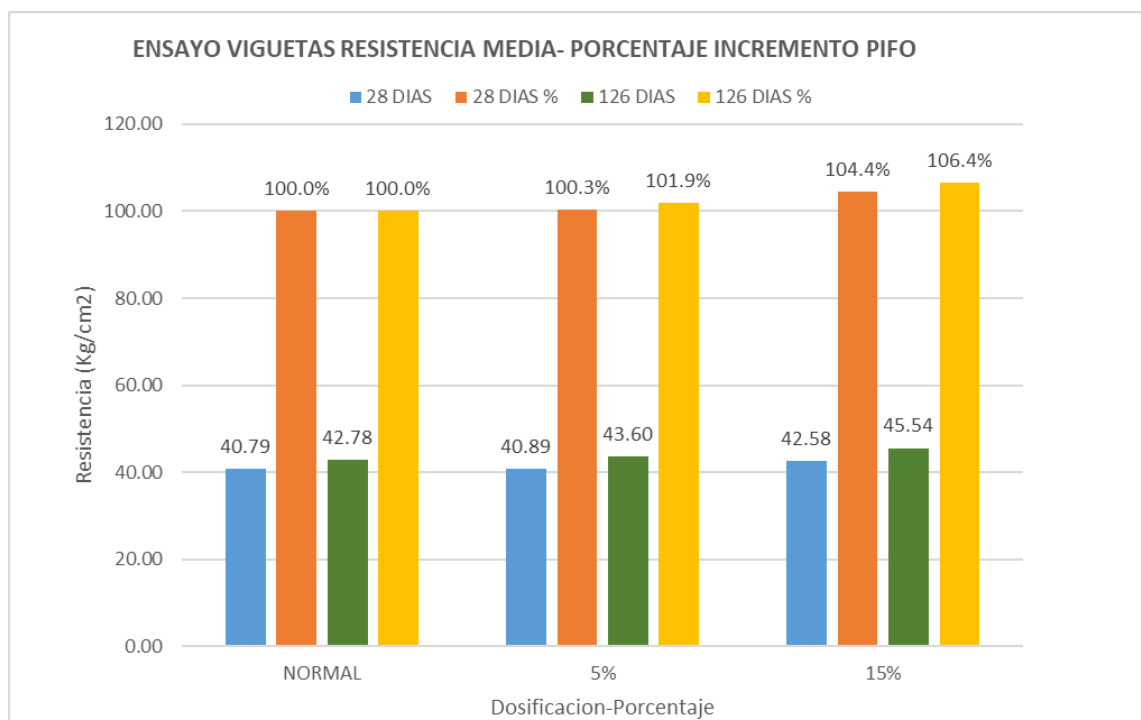


Gráfico 7.22 *Ensayo Flexión en Viguetas, Resistencia Media–Porcentaje de Incremento por edad-PIFO*

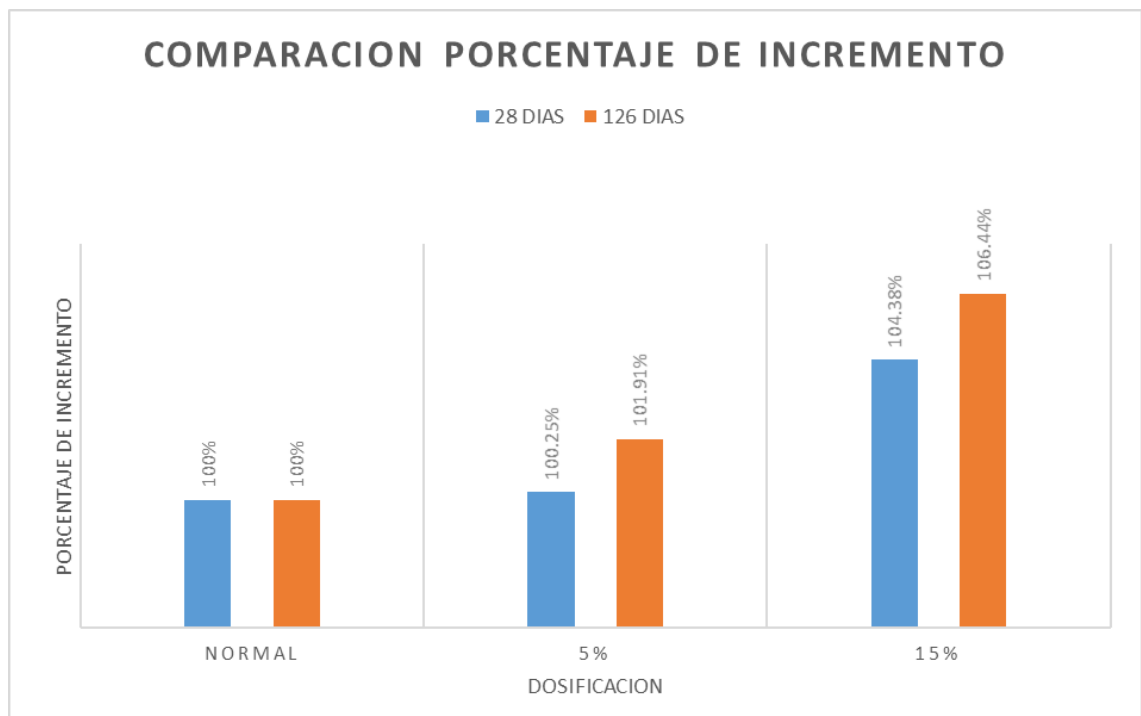


Gráfico 7.23 *Ensayo Flexión en Viguetas, Resistencia Media–Porcentaje de Incremento -PIFO*

7.2. ENSAYOS MINA DE POMASQUI

7.2.1. COMPARACIÓN RESISTENCIA MEDIA, RESISTENCIA CARACTERÍSTICA ENSAYO DE COMPRESIÓN

Tabla 7.8 Resistencia Media-Resistencia Característica, Dosificación Normal-POMASQUI, Fuente: EL Autor

RESISTENCIA OBTENIDA MINA POMASQUI				
EDAD	28 DIAS	56 DIAS	91 DIAS	126 DIAS
Muestra 1	200.1	231.4	338.8	218.7
Muestra 2	208.8	269.0	323.0	293.4
Muestra 3	209.3	244.2	332.6	268.8
Muestra 4	198.9	216.4	314.1	260.7
f'c med (Kg/cm2)	204.3	240.2	327.1	260.4
desv	5.5	22.3	10.9	31.1
f'c car (Kg/cm2)	196.8	210.2	312.4	218.4

7.2.2. RESISTENCIA MEDIA Y CARACTERÍSTICA POR EDADES Y CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN

Tabla 7.9 Resumen Resistencia Media-Resistencia Característica, por Edades y Dosificaciones-POMASQUI, Fuente: EL Autor

ENSAYO DE COMPRESION POMASQUI RESISTENCIA (Kg/cm2)								
	f'c med	f'c car	f'c med	f'c car	f'c med	f'c car	f'c med	f'c car
	28 DIAS	28 DIAS	56 DIAS	56 DIAS	91 DIAS	91 DIAS	126 DIAS	126 DIAS
NORMAL	204.3	196.8	240.2	210.2	327.1	312.4	260.4	218.4
5%	178.4	145.0	229.1	214.2	263.2	217.2	285.1	259.7
10%	188.9	140.2	240.5	205.5	208.2	165.1	235.1	163.7
15%	188.2	160.1	224.8	191.2	266.9	224.9	252.1	168.9

7.2.3. RESUMEN DE RESULTADOS MUESTRAS ENSAYADAS A COMPRESIÓN SIMPLE. MINA DE POMASQUI

Tabla 7.10 Resumen Resistencia Media por Edades y Dosificaciones-POMASQUI, Fuente: EL Autor

ENSAYO DE COMPRESION POMASQUI RESISTENCIA								
	MEDIA (Kg/cm2)							
	28 DIAS	28 DIAS %	56 DIAS	56 DIAS %	91 DIAS	91 DIAS %	126 DIAS	126 DIAS %
NORMAL	204.3	100	240.2	100	327.1	100	260.4	100
5%	178.4	87.4	229.1	95.4	263.2	80.5	285.1	109.5
10%	188.9	92.5	240.5	100.1	208.2	63.6	235.1	90.3
15%	188.2	92.1	224.8	93.6	266.9	81.6	252.1	96.8

Tabla 7.11 Resistencia Característica por Edades y Dosificaciones-POMASQUI, Fuente: EL Autor

ENSAYO DE COMPRESION POMASQUI RESISTENCIA CARACTERISTICA								
	f'c car (Kg/cm2)							
	28 DIAS	28 DIAS %	56 DIAS	56 DIAS %	91 DIAS	91 DIAS %	126 DIAS	126 DIAS %
NORMAL	196.8	100	210.2	100	312.4	100	218.4	100
5%	145.0	73.7	214.2	101.9	217.2	69.5	259.7	118.9
10%	140.2	71.2	205.5	97.8	165.1	52.8	163.7	74.9
15%	160.1	81.3	191.2	91.0	224.9	72.0	168.9	77.3

7.2.4. GRÁFICAS EDAD vs RESISTENCIA

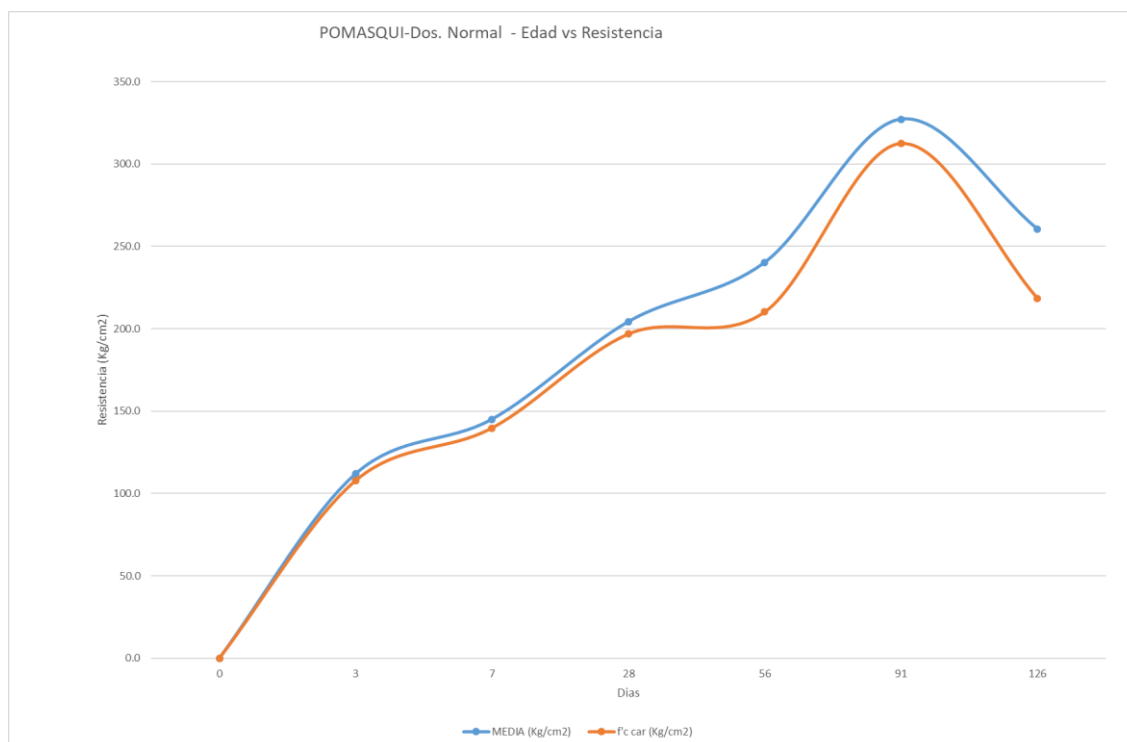


Gráfico 7.24 Edad vs Resistencia, Dosificación Normal-POMASQUI

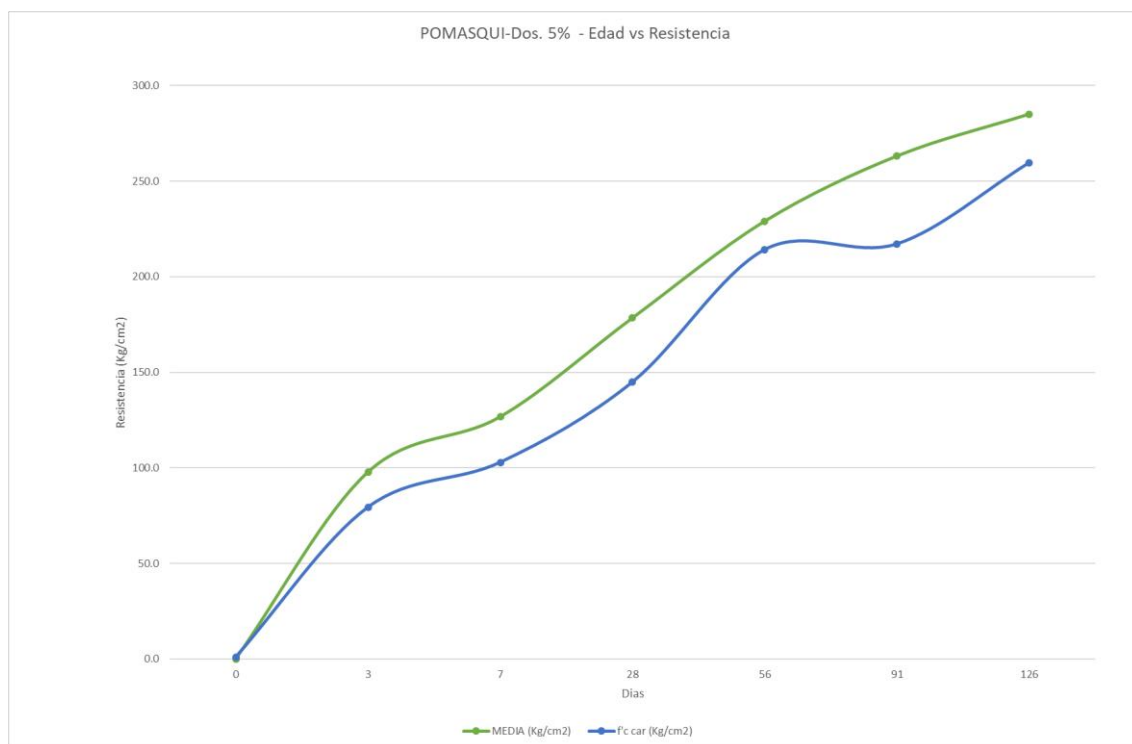


Gráfico 7.25 *Edad vs Resistencia, Dosificación 5%-POMASQUI*

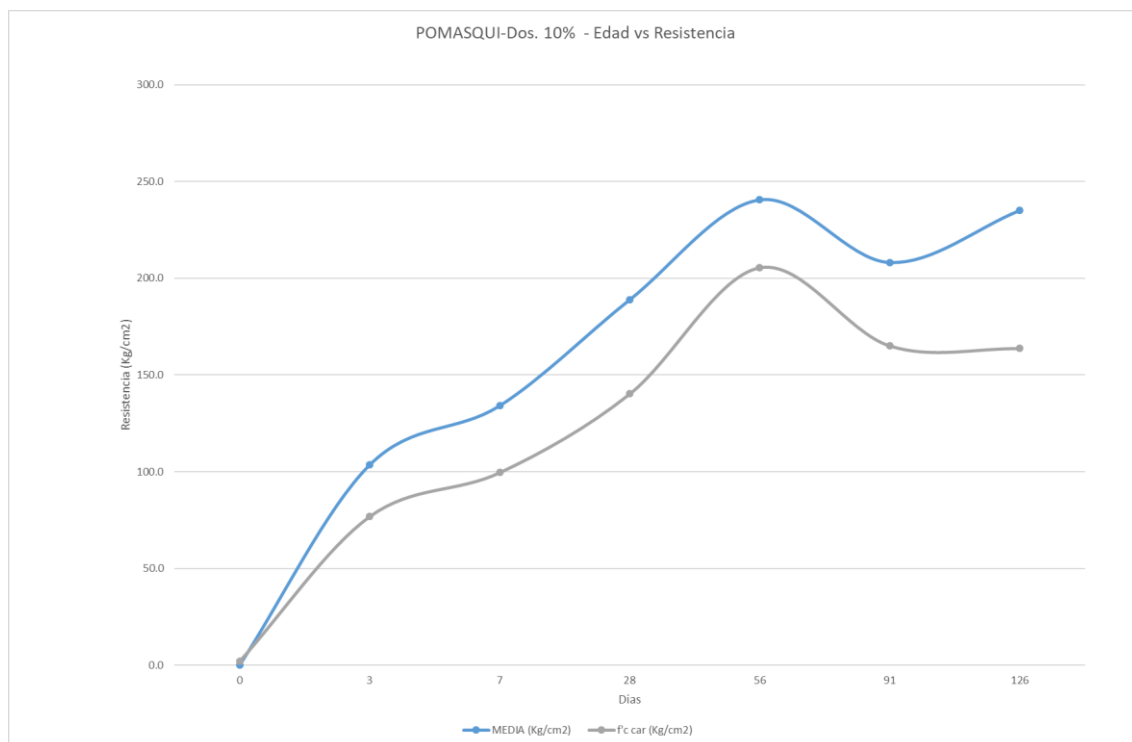


Gráfico 7.26 *Edad vs Resistencia, Dosificación 10%-POMASQUI*

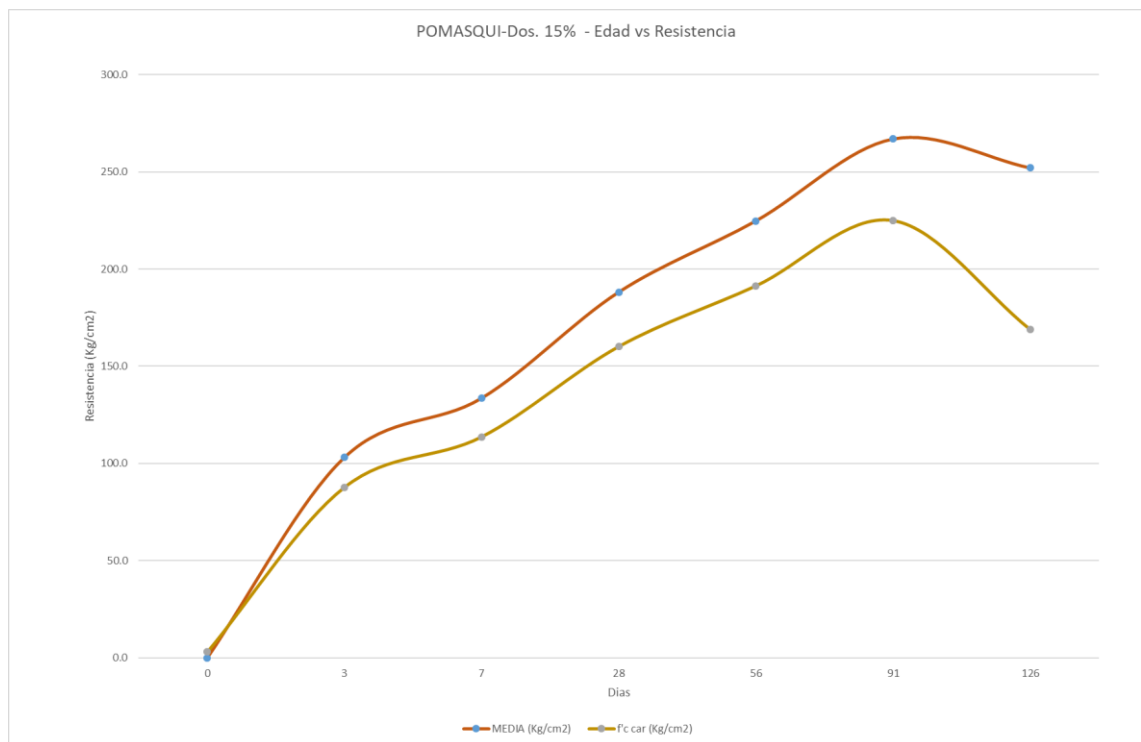


Gráfico 7.27 Edad vs Resistencia, Dosificación 15%-POMASQUI

7.2.5. GRÁFICO DE BARRAS RESISTENCIA MEDIA POR EDADES

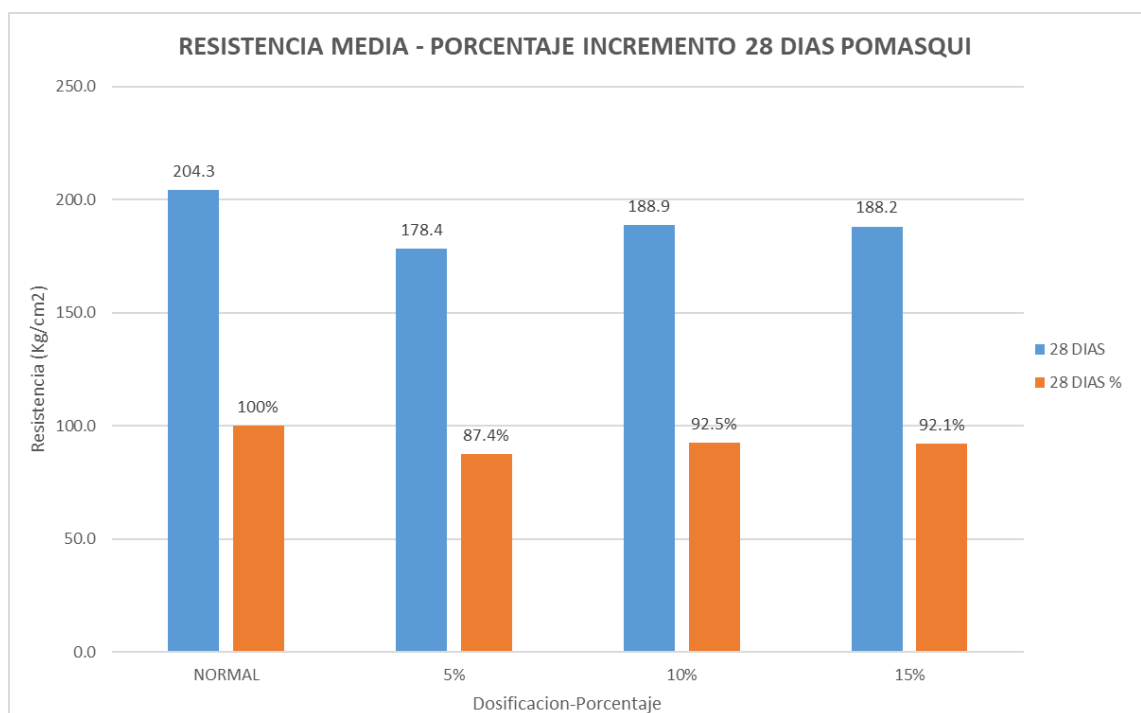


Gráfico 7.28 Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 28 días-POMASQUI

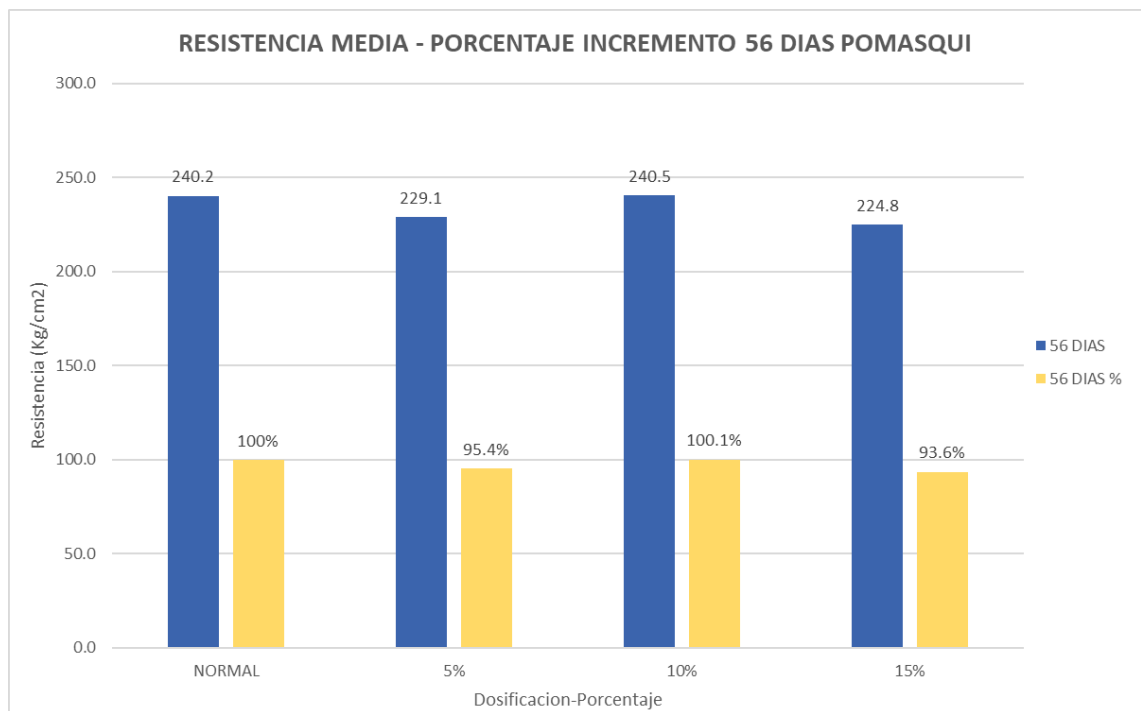


Gráfico 7.29 Resistencia Media – Porcentaje de Incremento 56 días-POMASQUI

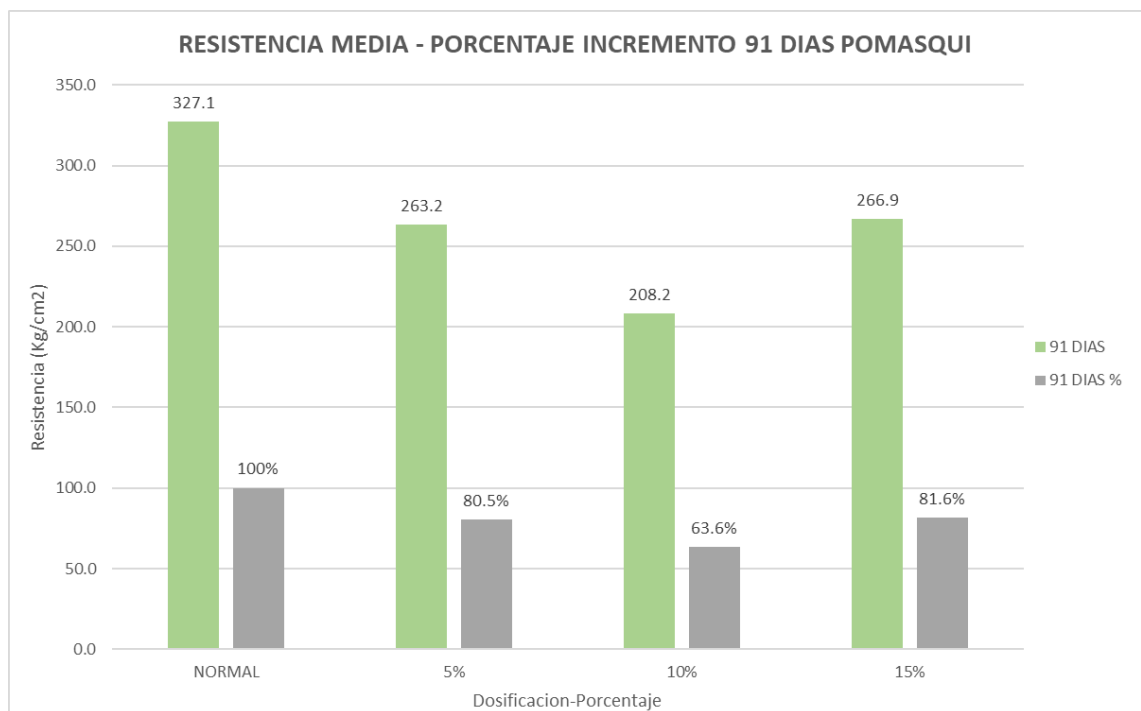


Gráfico 7.30 Resistencia Media – Porcentaje de Incremento 91 días-POMASQUI

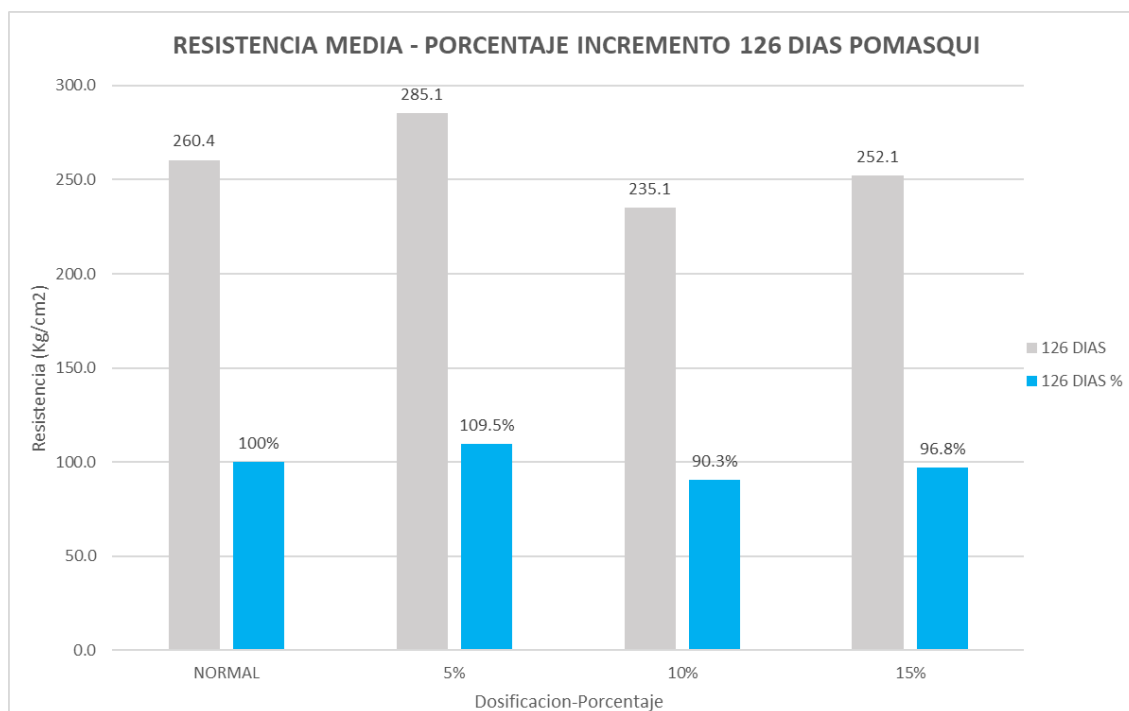


Gráfico 7.31 Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 126 días-POMASQUI

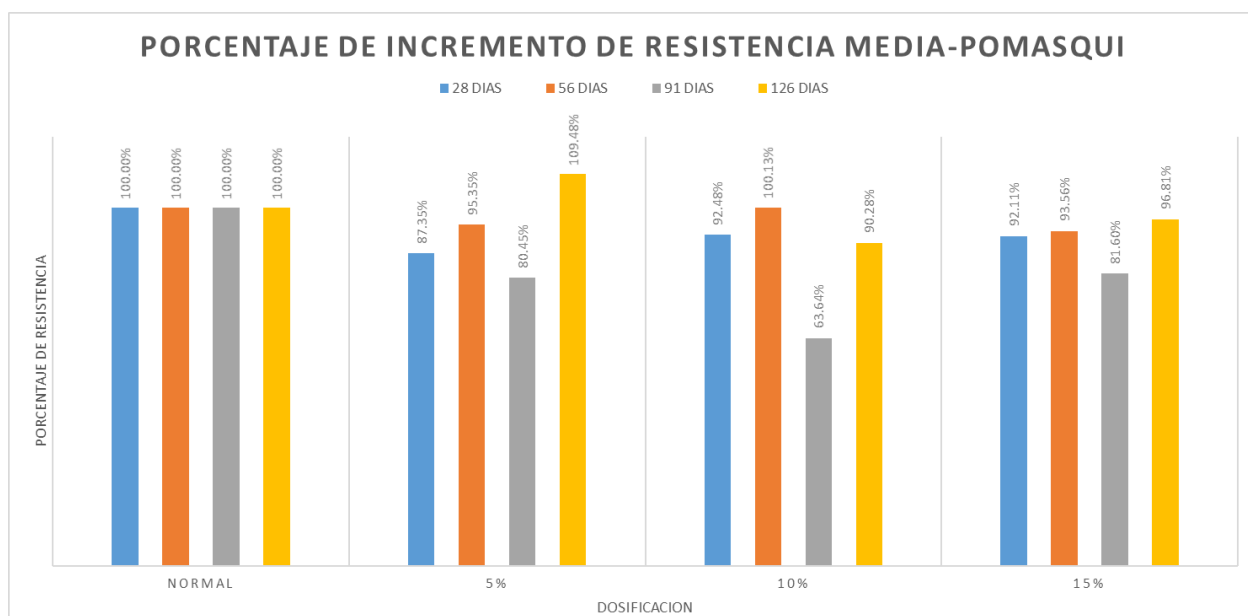


Gráfico 7.32 Porcentaje de Incrementó de Resistencia Media por edades-POMASQUI

7.2.6. GRÁFICO DE BARRAS RESISTENCIA CARACTERISTICA POR EDADES

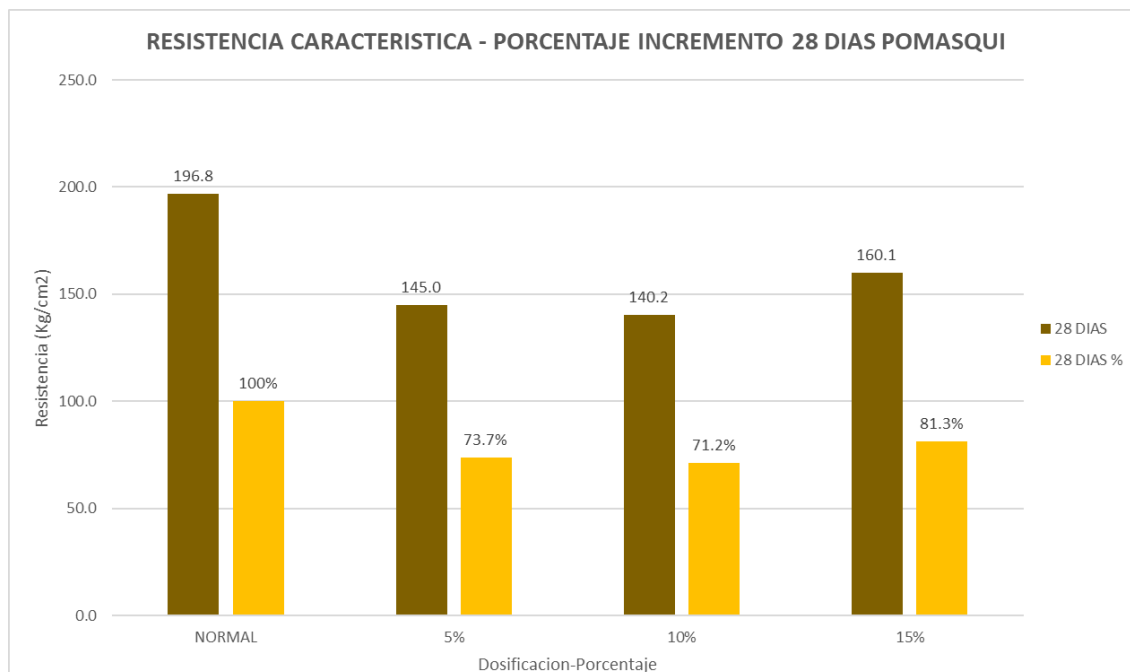


Gráfico 7.33 Resistencia Característica – Porcentaje de Incrementó 28 días-POMASQUI

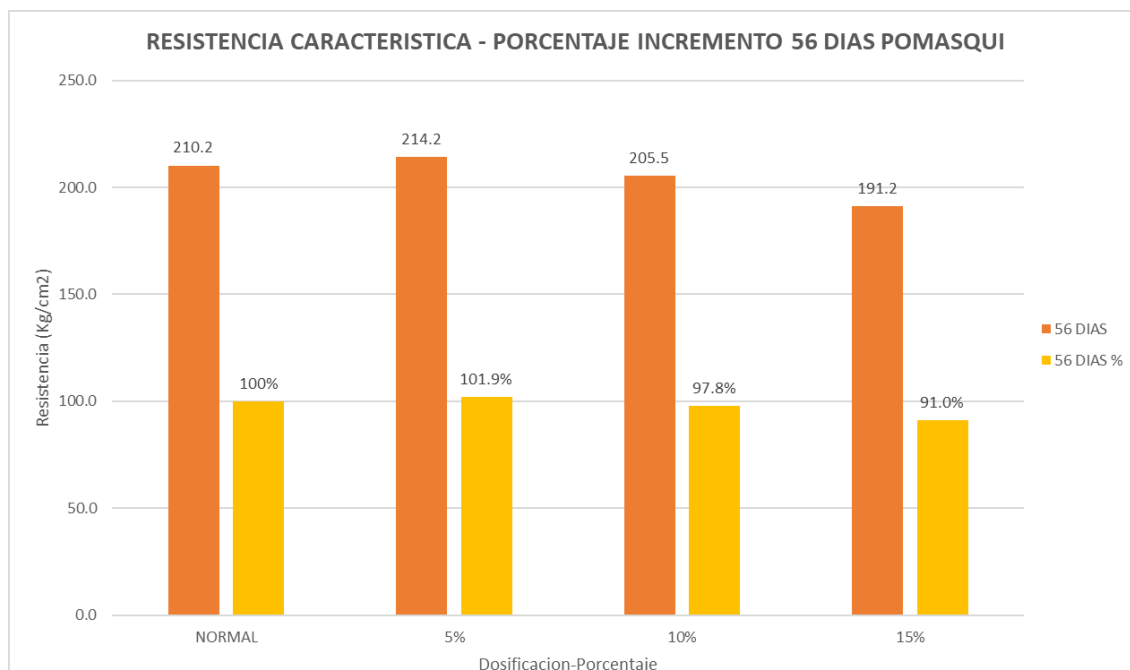


Gráfico 7.34 Resistencia Característica – Porcentaje de Incrementó 56 días-POMASQUI

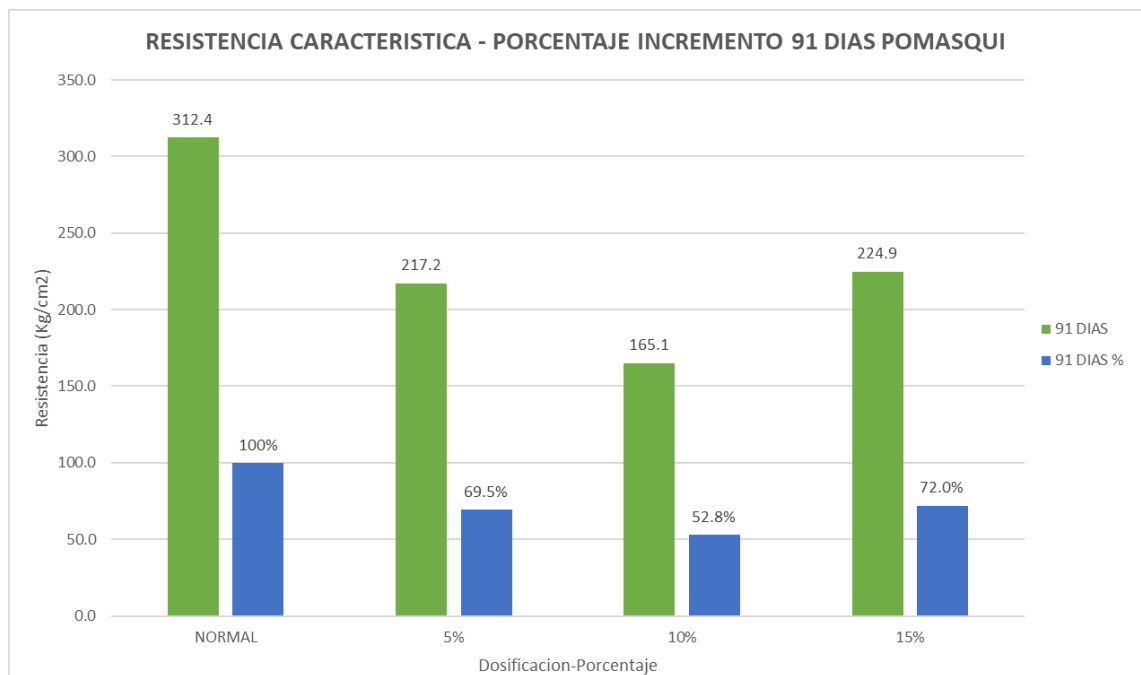


Gráfico 7.35 Resistencia Característica – Porcentaje de Incremento 91 días-POMASQUI

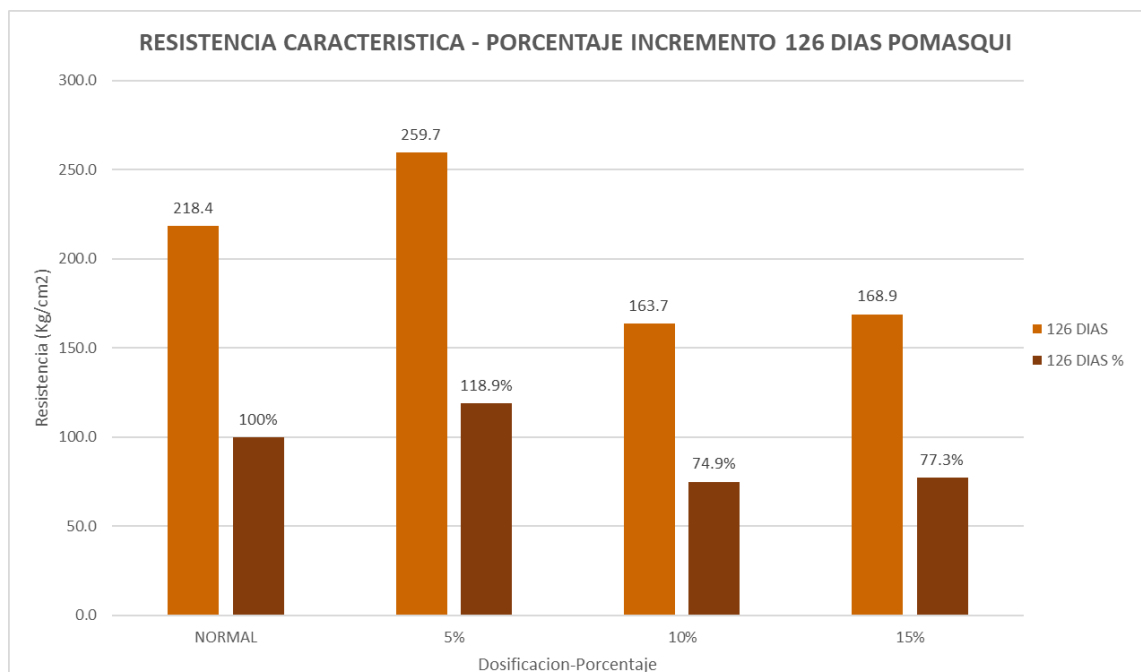


Gráfico 7.36 Resistencia Característica – Porcentaje de Incremento 126 días-POMASQUI

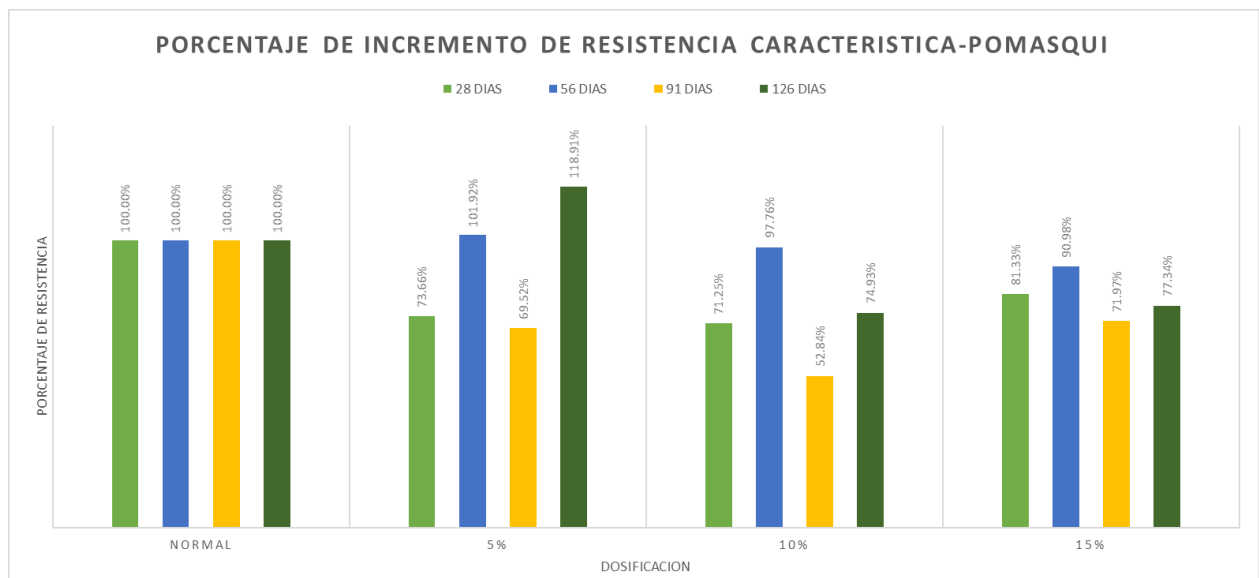


Gráfico 7.37 Porcentaje de Incremento de Resistencia Característica por edades-POMASQUI

Resistencia de las muestras sometidas a condiciones de curado en agua de Pomasqui, se obtuvo una resistencia media de 204.3 kg/cm^2 , que corresponde al 85% de la resistencia de diseño; y una resistencia característica de 196.8 kg/cm^2 lo que representa el 82% de la resistencia de diseño; valores que nos indican que no se ha logrado la resistencia requerida. La resistencia característica aumenta a 218.4 kg/cm^2 a partir de los 91 días que representa un 91% respecto a la esperada. (Ver Tabla 7.1 y Grafico 7.1).

En las muestras de compresión del hormigón con materiales de la mina de Pomasqui que fueron sometidos a la acción de la solución ácida, se manifiesta un comportamiento en el cual no existe un incremento de su resistencia característica a ninguna edad ni porcentaje de solución ácida con respecto a las muestras en condiciones normales; de tal forma, que a los 28 días el porcentaje de resistencia se encuentra entre un 71%-81% sin llegar a sobre pasar la resistencia obtenida normal y

menor a la de diseño; manteniéndose el comportamiento inicial en el cual el decremento es considerable, hasta los 126 días se verifica porcentajes similares de resistencia entre 74%-77% (Ver Tabla 7.8 Gráfico 7.24).

A diferencia del comportamiento de degradación de los hormigones con agregados de buena calidad, en este caso se observa que la condición de deterioro del material empieza a fechas más tempranas y en la medida que aumenta la edad se acelera el proceso de disgregación por la acción de la solución ácida, sin que sea relevante el grado de concentración.

7.2.7. MÓDULO DE ELASTICIDAD

Tabla 7.12 Módulo de Elasticidad por Edades y Dosificaciones-POMASQUI, Fuente: EL Autor

MÓDULO DE ELASTICIDAD POMASQUI												
Peso Unitario del Hormigon 2.187 T/m ³												
DÍAS	DOSIFICACION	RESISTENCIA (F'c (Kg/cm ²))	Ec	λ	PROMEDIO λ	PROMEDIO EDAD λ	DESVIACION λ	CARACTERISTICA λ	Ψ	PROMEDIO Ψ	DESVIACION Ψ	CARACTERISTICA Ψ
28	NORMAL	198.9	205110.75	14543.57	14663.94	14731.12	283.06	14448.06	4496.7	4554.73	87.52	4467.21
28	NORMAL	209.3	213887.54	14784.30					4571.2			
28	5%	208.5	219209.30	15181.19	14938.38				4693.9			
28	5%	186.1	200474.73	14695.57					4543.7			
28	10%	241.3	222239.03	14306.77	14635.36				4423.5			
28	10%	183	202428.57	14963.95					4626.7			
28	15%	190.5	205483.87	14887.79	14686.78				4603.2			
28	15%	162.1	184430.77	14485.78					4478.9			
56	NORMAL	216.4	224424.24	15256.02	15111.75	14875.87	367.17	14508.70	4717.0	4599.49	113.53	4485.96
56	NORMAL	244.2	233895.23	14967.47					4627.8			
56	5%	217.2	224940.04	15262.89	14997.44				4719.1			
56	5%	235.7	226173.16	14731.99					4555.0			
56	10%	229.5	213528.16	14094.96	14462.11				4358.0			
56	10%	209	214384.24	14829.27					4585.1			
56	15%	213.1	217521.68	14900.84	14932.19				4607.2			
56	15%	203.9	213669.57	14963.53					4626.6			
91	NORMAL	332.6	256032.36	14038.92	14679.30	14670.40	413.01	14257.39	4340.7	4535.96	127.70	4408.26
91	NORMAL	314.1	271508.53	15319.67					4736.7			
91	5%	252.9	235812.62	14828.34	14512.74				4584.8			
91	5%	225.1	213004.23	14197.13					4389.6			
91	10%	167.3	193395.59	14951.98	14751.98				4623.0			
91	10%	200.9	206258.57	14551.98					4499.3			
91	15%	243.1	228132.12	14631.67	14737.59				4524.0			
91	15%	282	249264.90	14843.51					4589.5			
126	NORMAL	260.7	239334.13	14822.93	14479.28	14682.67	402.97	14279.70	4583.1	4539.75	124.59	4415.15
126	NORMAL	268.8	231755.47	14135.64					4370.6			
126	5%	285.2	244213.33	14460.88	14693.20				4471.2			
126	5%	311.5	263425.87	14925.52					4614.8			
126	10%	215.2	217114.89	14800.23	14985.51				4576.1			
126	10%	300	262765.96	15170.80					4690.7			
126	15%	160.7	178833.64	14107.22	14572.69				4361.8			
126	15%	276.5	250058.82	15038.16					4649.7			

En el caso del material de Pomasqui, el valor de λ obtenido es 14541 Kg/cm² (Referencia Ec. 5, Tabla 7.12), para un peso unitario del material de 2.187 T/m³, si se reemplaza estos valores en la ecuación 8 se llega a un Ψ_{POMASQUI} de 4446 (Referencia Tabla 7.12). Al calcular con el peso unitario del hormigón en la ecuación ACI (Referencia Ec. 6) se obtiene un dato de λ igual a 13810 Kg/cm², este valor es menor al calculado y difiere en un 5% con relación al dato de la investigación, estableciéndose que es lo contrario al comportamiento del hormigón con el material de Pifo.

7.2.8. TENSION EN CILINDROS (ENSAYO BRASILEIRO)

Tabla 7.13 Resistencia Media-Ensayo Tensión en Cilindros, por Edades y Dosificaciones, Fuente: EL Autor

ENSAYO BRASILEIRO POMASQUI RESISTENCIA								
	MEDIA (Kg/cm2)							
	28 DIAS	28 DIAS %	56 DIAS	56 DIAS %	91 DIAS	91 DIAS %	126 DIAS	126 DIAS %
NORMAL	23.79	100	27.06	100	31.68	100	33.00	100
5%	25.27	106.2	29.18	107.8	32.86	103.7	33.89	102.7
10%	26.54	111.6	30.48	112.7	33.86	106.9	33.18	100.5
15%	29.82	125.4	33.01	122.0	34.85	110.0	35.97	109.0

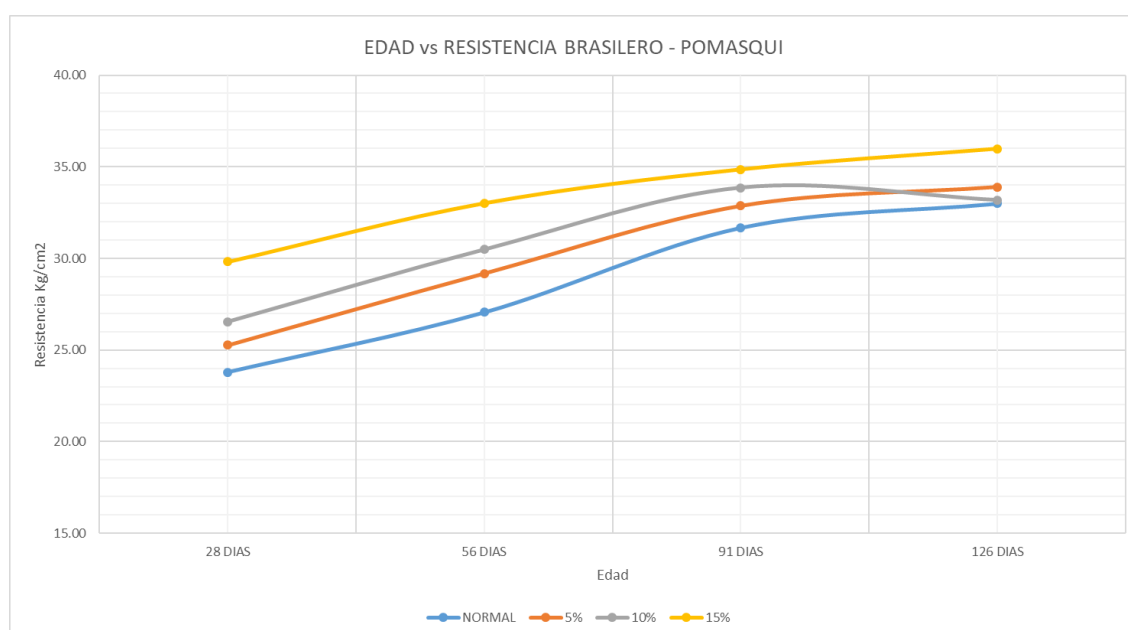


Gráfico 7.38 Edad vs Resistencia-POMASQUI

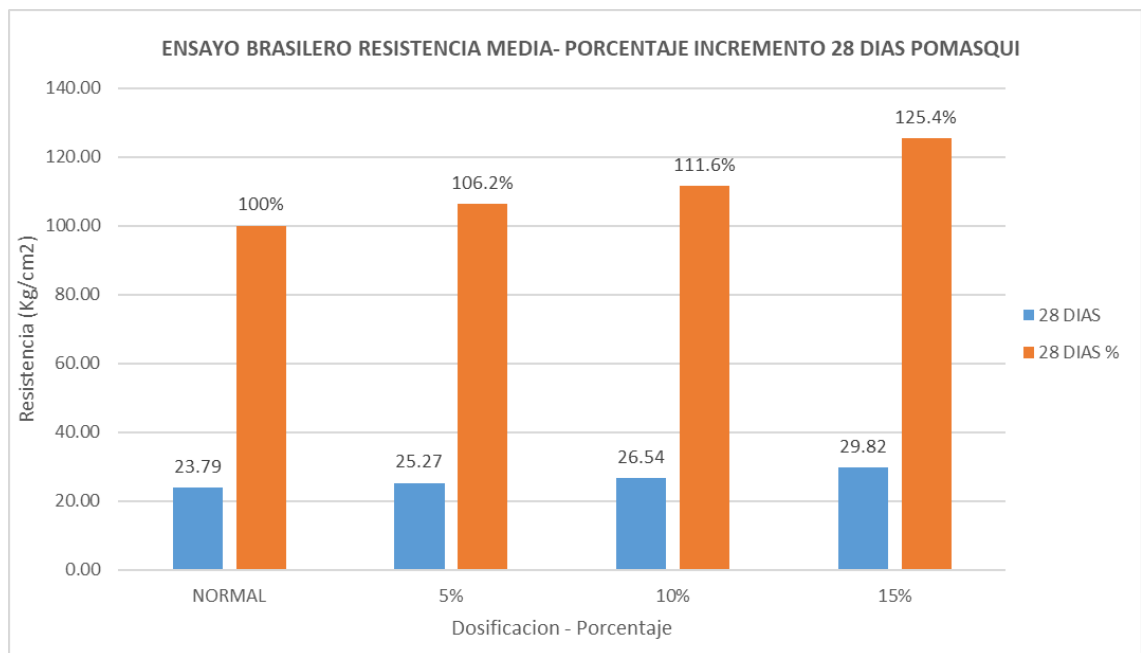


Gráfico 7.39 *Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incremento 28 días-POMASQUI*

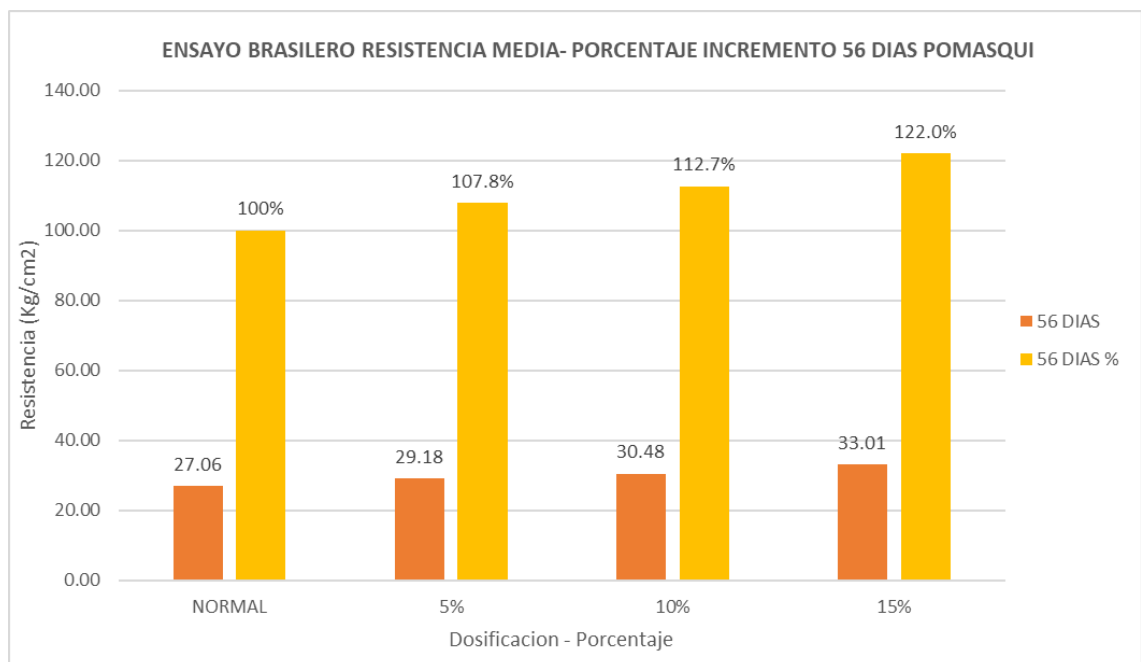


Gráfico 7.40 *Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incremento 56 días-POMASQUI*

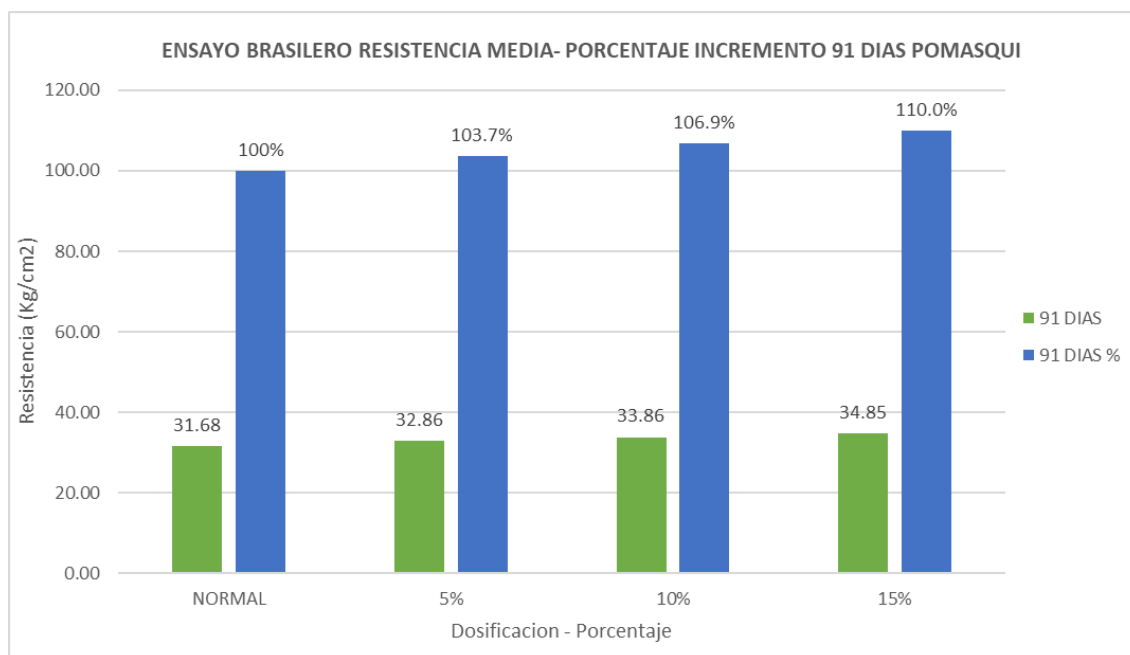


Gráfico 7.41 *Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 91 días-POMASQUI*

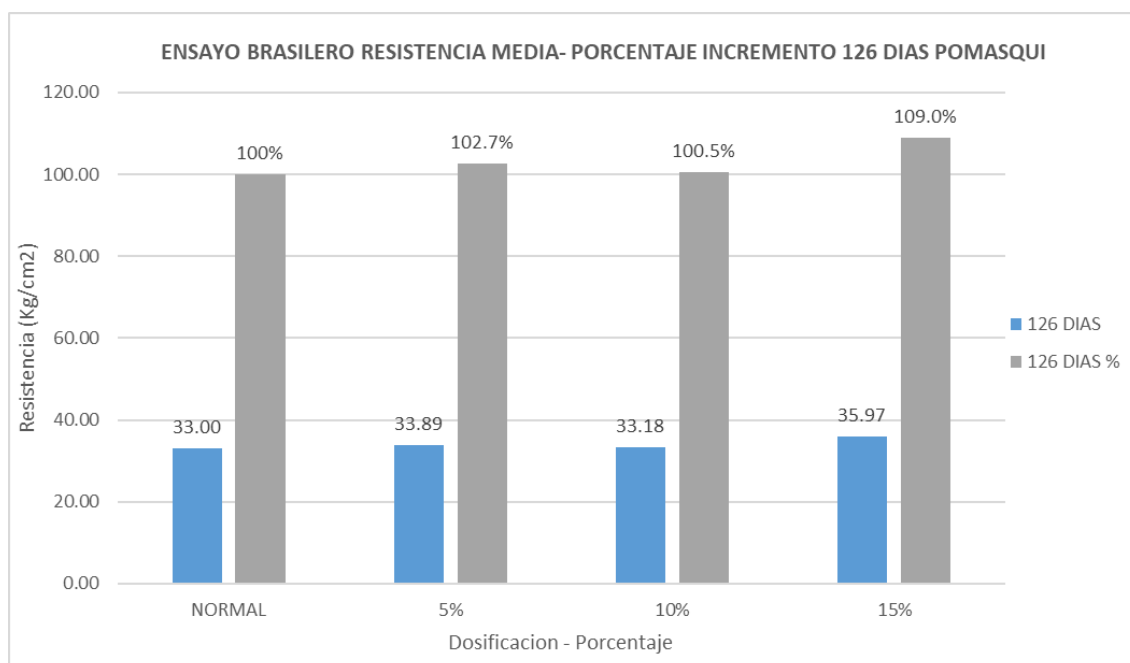


Gráfico 7.42 *Ensayo Brasileiro, Resistencia Media – Porcentaje de Incrementó 126 días-POMASQUI*

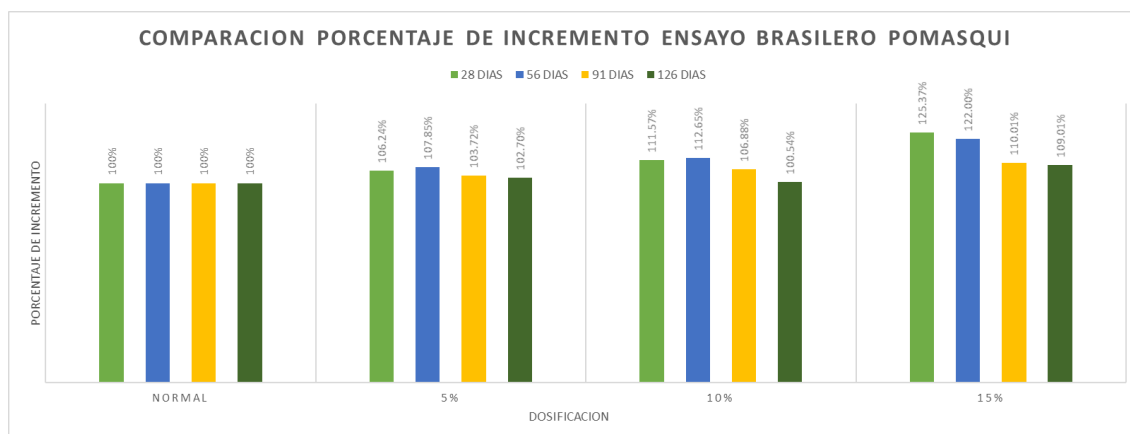


Gráfico 7.43 Porcentaje de Incremento de Resistencia Ensayo Brasileiro por edades-POMASQUI

7.2.9. FLEXIÓN DE VIGAS

Tabla 7.14 Flexión de Vigas, por Edades y Dosificaciones-POMASQUI, Fuente: EL Autor

TRACCION EN VIGUETAS POMASQUI MODULO DE ROTURA (Kg/cm2)				
	28 DIAS	28 DIAS %	126 DIAS	126 DIAS %
NORMAL	36.60	100	37.93	100
5%	39.67	108.4	42.17	111.2
15%	44.62	121.9	45.89	121.0

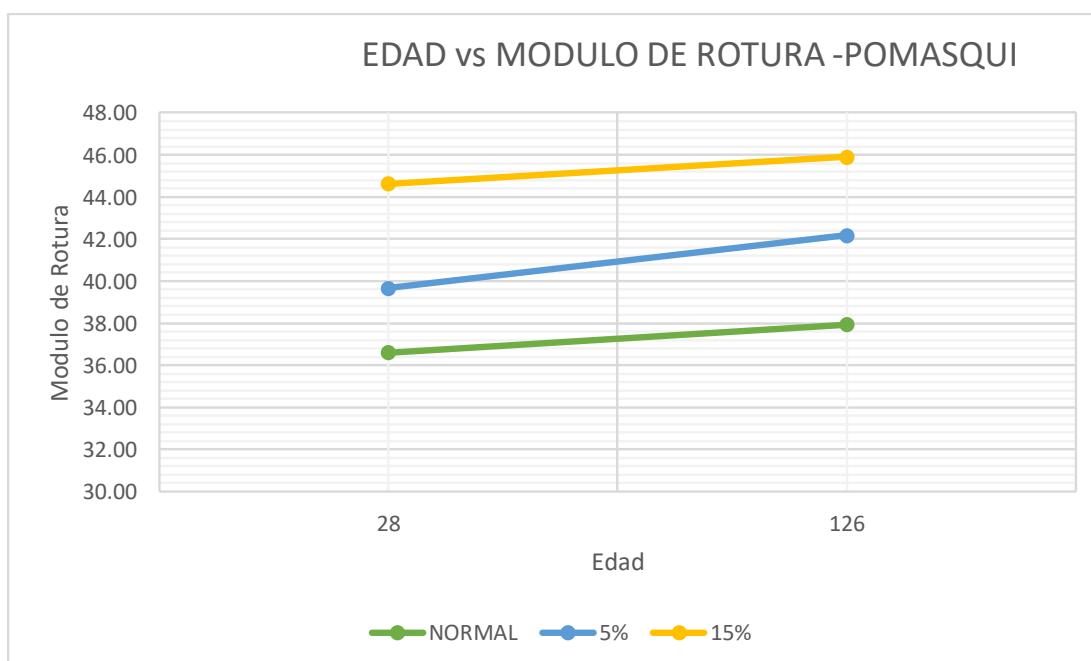


Gráfico 7.44 Edad vs Modulo de Rotura-POMASQUI

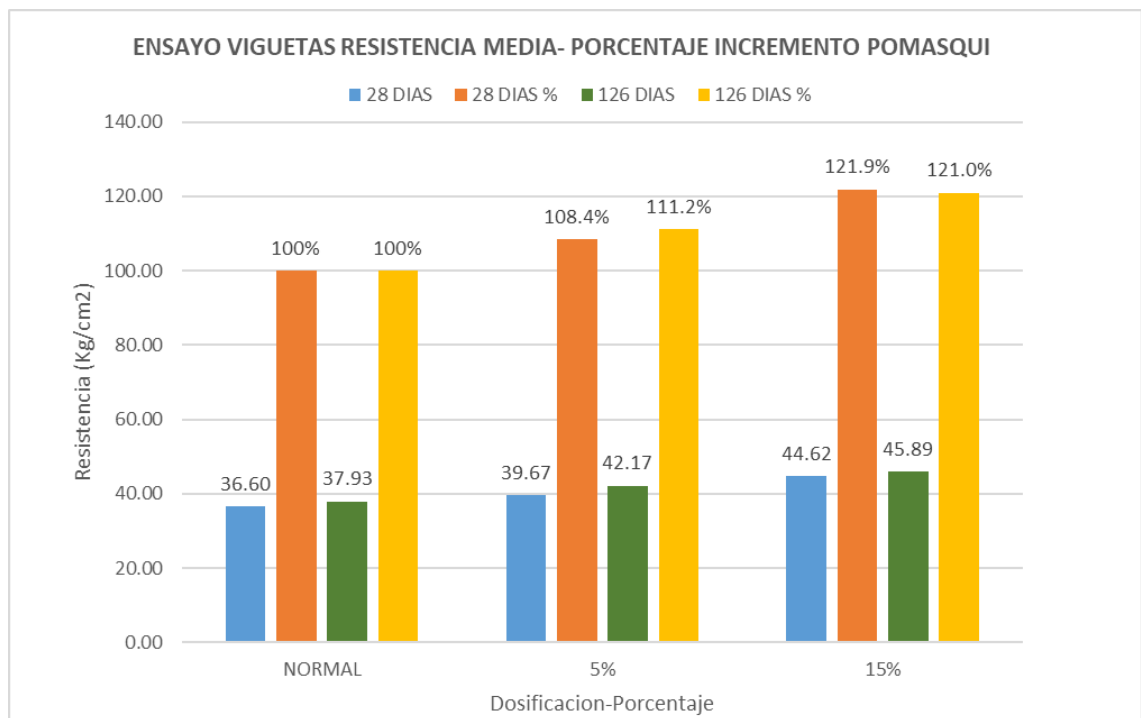


Gráfico 7.45 *Ensayo Flexión en Viguetas, Resistencia Media–Porcentaje de Incrementó por edad-POMASQUI*

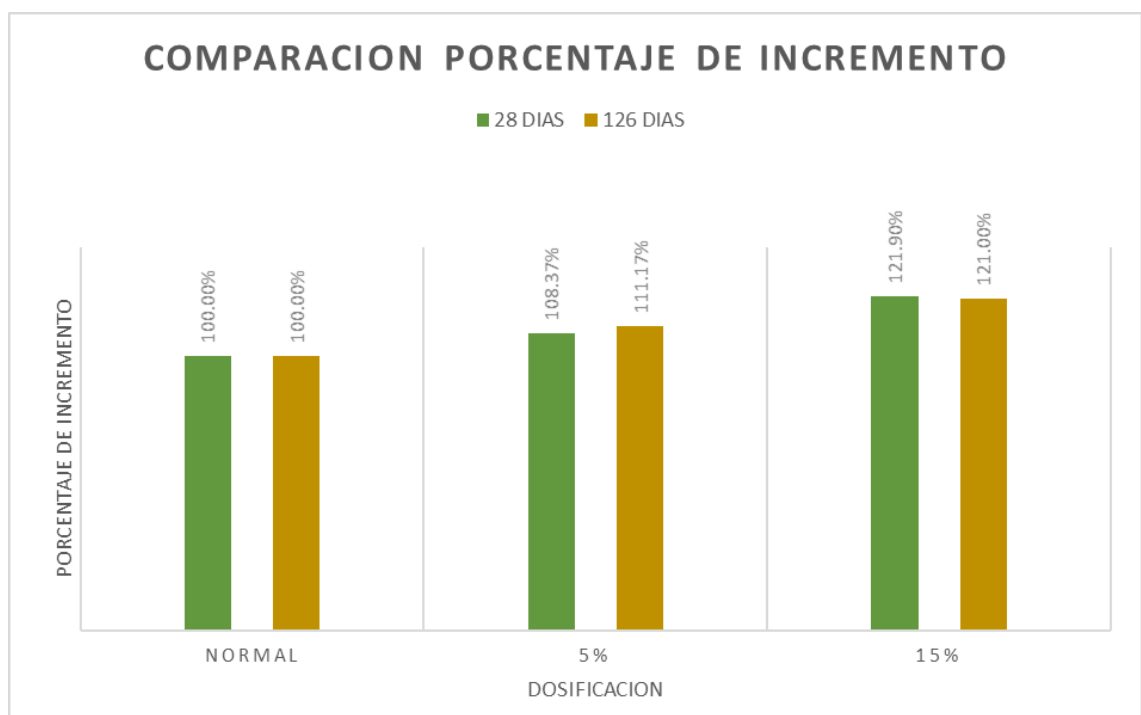


Gráfico 7.46 *Ensayo Flexión en Viguetas, Resistencia Media–Porcentaje de Incrementó - POMASQUI*

7.3. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS AGREGADOS Y COMPARACIÓN CON ESPECIFICACIÓN

7.3.1. MINA DE PIFO

Tabla 7.15 Resumen de Resultados Agregados-MINA PIFO, Fuente: EL Autor

MINA DE PIFO			
AGREGADO FINO			
ENSAYO	OBTENIDO	REQUISITOS INEN 872:2011	OBSERVACION
PORCENTAJE TERRONES DE ARCILLA	1.0%	NO MAYOR A 3%	CUMPLE
MODULO DE FINURA	3.04	ENTRE 2.3 Y 3.1	CUMPLE
PORCENTAJE PASA EL TAMIZ #200	12.16%	NO MAYOR A 5%	CUMPLE
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.46	-	-
PORCENTAJE ABSORCION	6.20%	-	-
PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m3)	1739	-	-
PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/m3)	1943	-	-
DURABILIDAD DE SULFATOS	9%	NO MAYOR AL 15%	CUMPLE
EQUIVALENTE DE ARENA	72	MAYOR O IGUAL A 90	NO CUMPLE
CONTENIDO ORGANICO	<500	MENOR O IGUAL A 500ppm	CUMPLE
GRAFICO DE GRANULOMETRIA	50% DENTRO DE ESPECIFICACION		NO CUMPLE
AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	OBTENIDO	REQUISITOS INEN 872:2011	OBSERVACION
PORCENTAJE TERRONES DE ARCILLA	3.20%	NO MAYOR A 3%	NO CUMPLE
MODULO DE FINURA	-	-	-
PORCENTAJE PASA EL TAMIZ #200	0.63%	NO MAYOR A 3%	CUMPLE
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.55	-	-
PORCENTAJE ABSORCION	3.80%	-	-
PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m3)	1346	-	-
PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/m3)	1460	-	-
DURABILIDAD DE SULFATOS	4%	NO MAYOR AL 15%	CUMPLE
ABRASION-DESGASTE MAQUINA DE LOS ANGELES	24%	NO MAYOR A 50%	CUMPLE
GRAFICO DE GRANULOMETRIA	70% FUERA DE ESPECIFICACION		NO CUMPLE

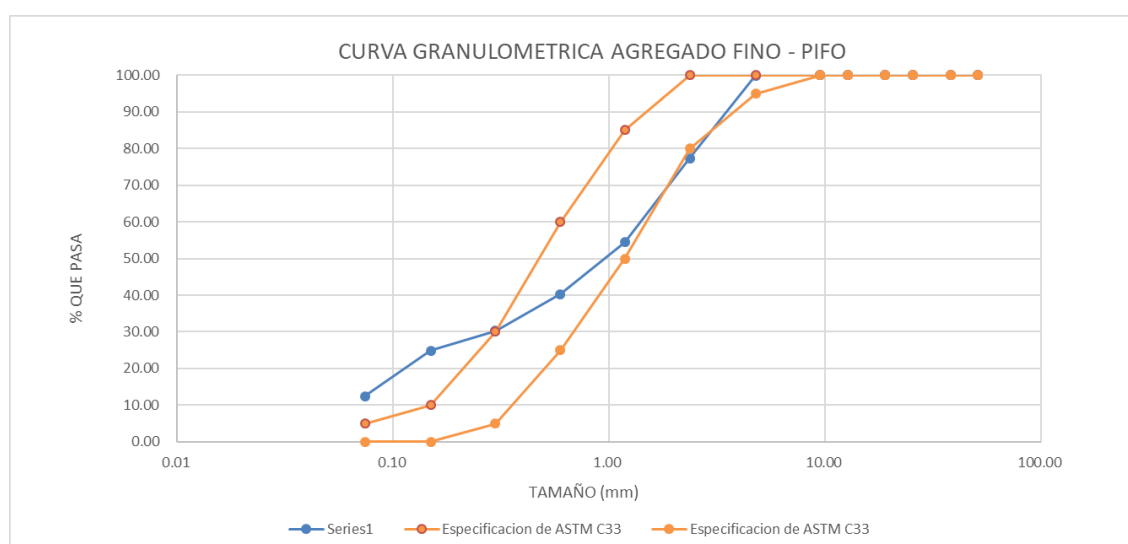


Gráfico 7.47 Gráfica Granulometría Agregado Fino –MINA PIFO

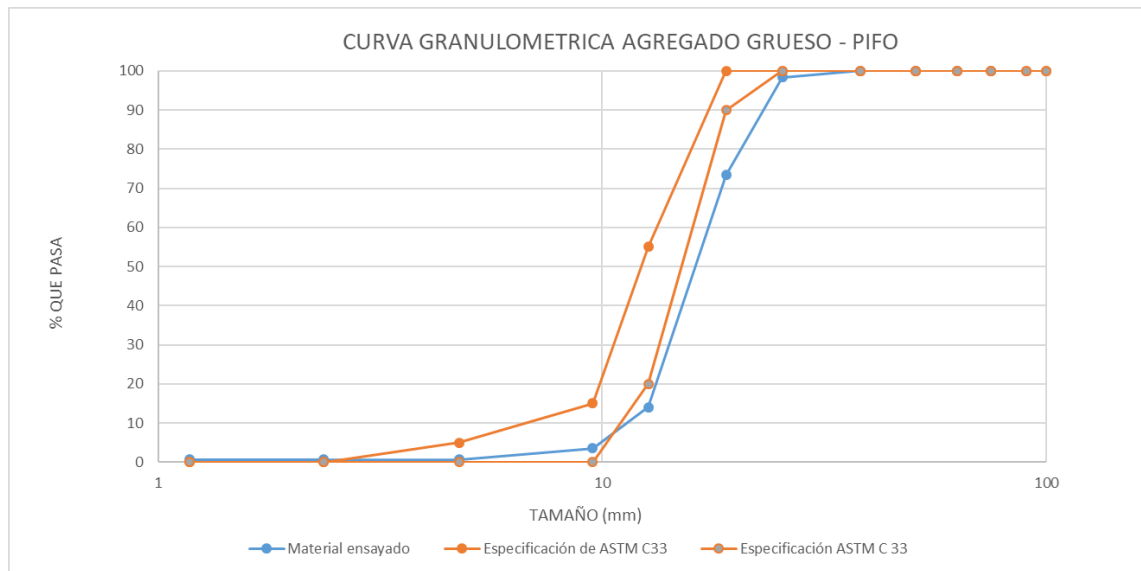


Gráfico 7.48 *Gráfica Granulometría Agregado Grueso –MINA PIFO*

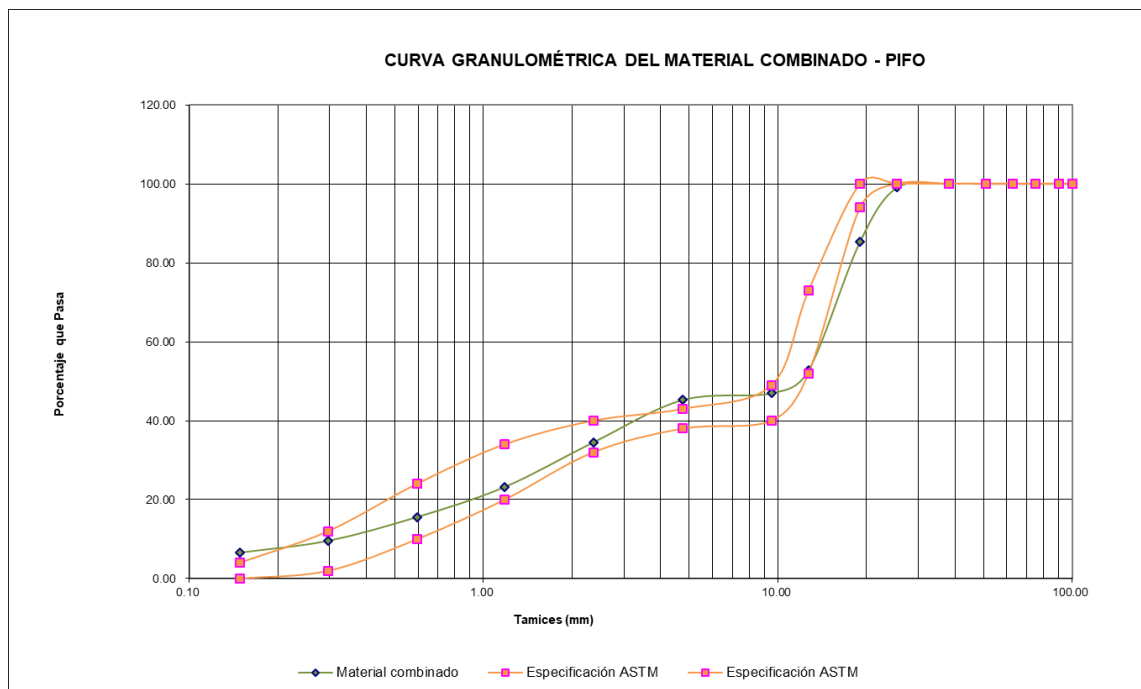


Gráfico 7.49 *Gráfica Mezcla Granulométrica de Agregados –MINA PIFO*

7.3.2. MINA DE POMASQUI

Tabla 7.16 Resumen de Resultados Agregados-MINA POMASQUI, Fuente: EL Autor

MINA DE POMASQUI			
AGREGADO FINO			
ENSAYO	OBTENIDO	REQUISITOS INEN 872:2011	OBSERVACION
PORCENTAJE TERRONES DE ARCILLA	0.40%	NO MAYOR A 3%	CUMPLE
MODULO DE FINURA	2.72	ENTRE 2.3 Y 3.1	CUMPLE
PORCENTAJE PASA EL TAMIZ #200	9.0%	NO MAYOR A 5%	NO CUMPLE
GRAVEDAD ESPECIFICA (SSS)	2.38	-	-
PORCENTAJE ABSORCION	7.10%	-	-
PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m3)	1640	-	-
PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/m3)	1798	-	-
DURABILIDAD DE SULFATOS	5%	NO MAYOR AL 15%	CUMPLE
EQUIVALENTE DE ARENA	75	MAYOR O IGUAL A 90	NO CUMPLE
CONTENIDO ORGANICO	<500	MENOR O IGUAL A 500ppm	CUMPLE
GRAFICO DE GRANULOMETRIA	15% FUERA DE ESPECIFICACION		ACEPTABLE
AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	OBTENIDO	REQUISITOS INEN 872:2011	OBSERVACION
PORCENTAJE TERRONES DE ARCILLA	2.80%	NO MAYOR A 3%	CUMPLE
MODULO DE FINURA	-	-	-
PORCENTAJE PASA EL TAMIZ #200	0.86%	NO MAYOR A 3%	CUMPLE
GRAVEDAD ESPECIFICA (SSS)	2.41	-	-
PORCENTAJE ABSORCION	4.71%	-	-
PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m3)	1271	-	-
PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/m3)	1354	-	-
DURABILIDAD DE SULFATOS	30%	NO MAYOR AL 15%	NO CUMPLE
ABRASION-DESGASTE MAQUINA DE LOS ANGELES	57%	NO MAYOR A 50%	NO CUMPLE
GRAFICO DE GRANULOMETRIA	95% FUERA DE ESPECIFICACION		NO CUMPLE

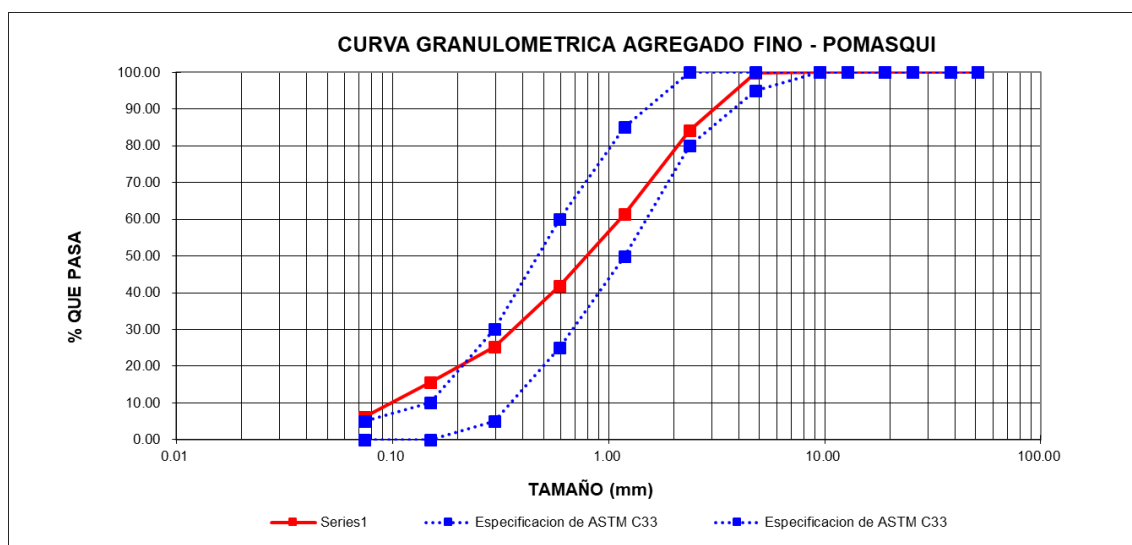


Gráfico 7.50 Gráfica Granulometría Agregado Fino –MINA POMASQUI

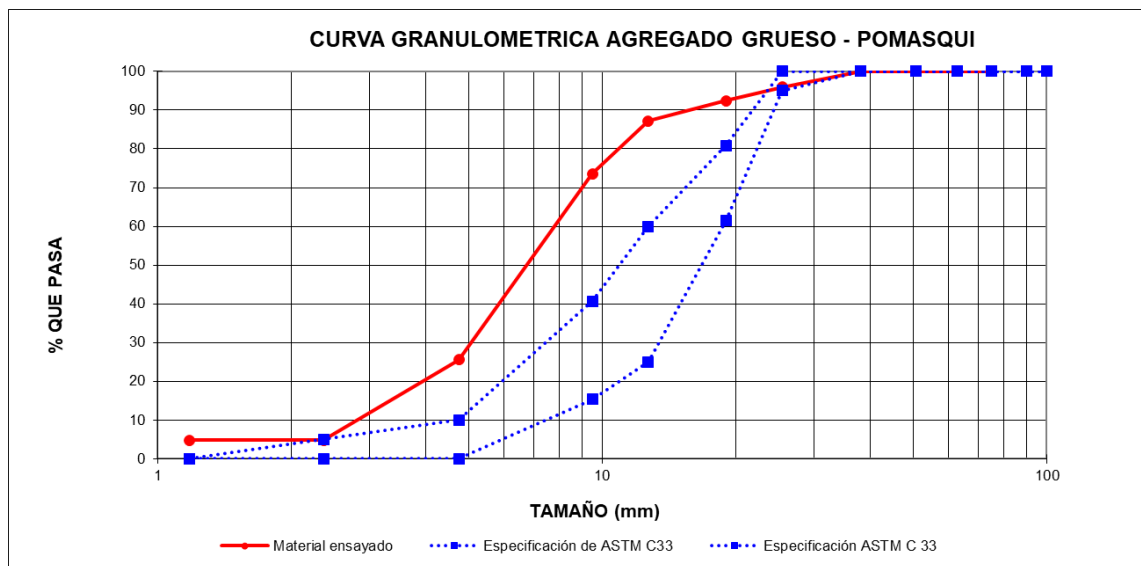


Gráfico 7.51 *Gráfica Granulometría Agregado Grueso –MINA POMASQUI*

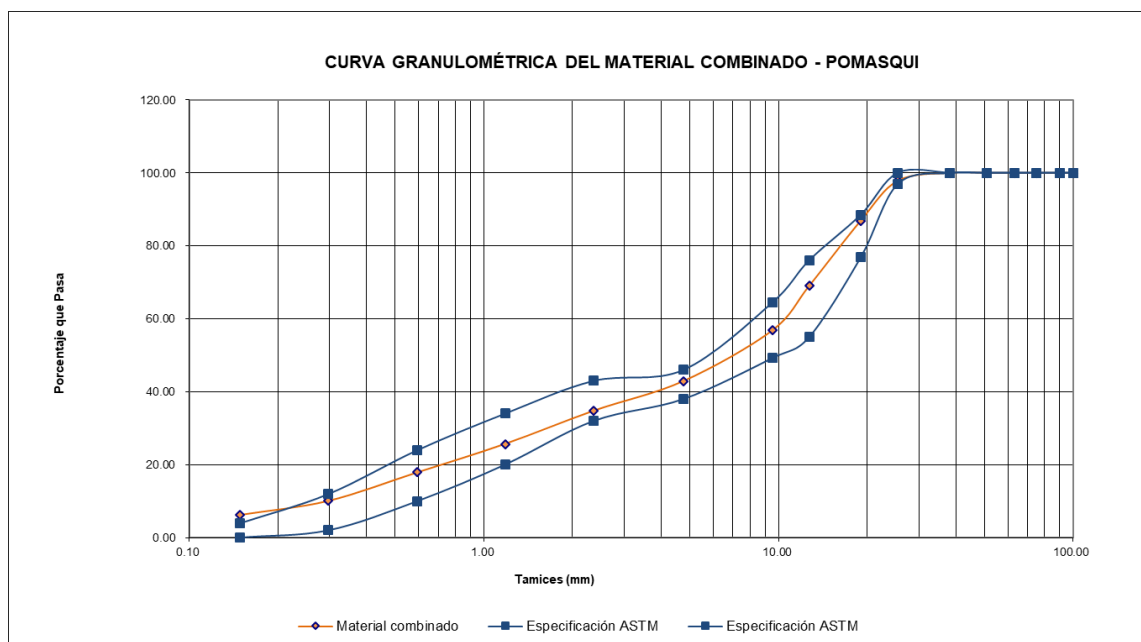


Gráfico 7.52 *Gráfica Mezcla Granulométrica de Agregados –MINA POMASQUI*

7.3.3. COMPARATIVO RESISTENCIAS ENSAYO BRASILEIRO

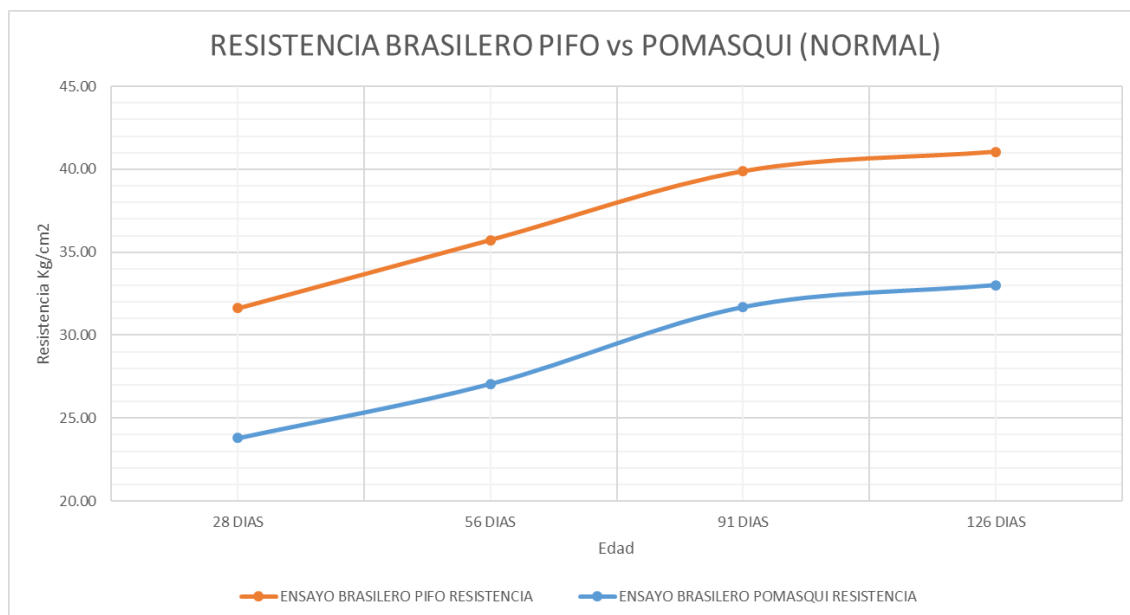


Gráfico 7.53 Gráfica comparativa Resistencia Normal –MINA PIFO y POMASQUI

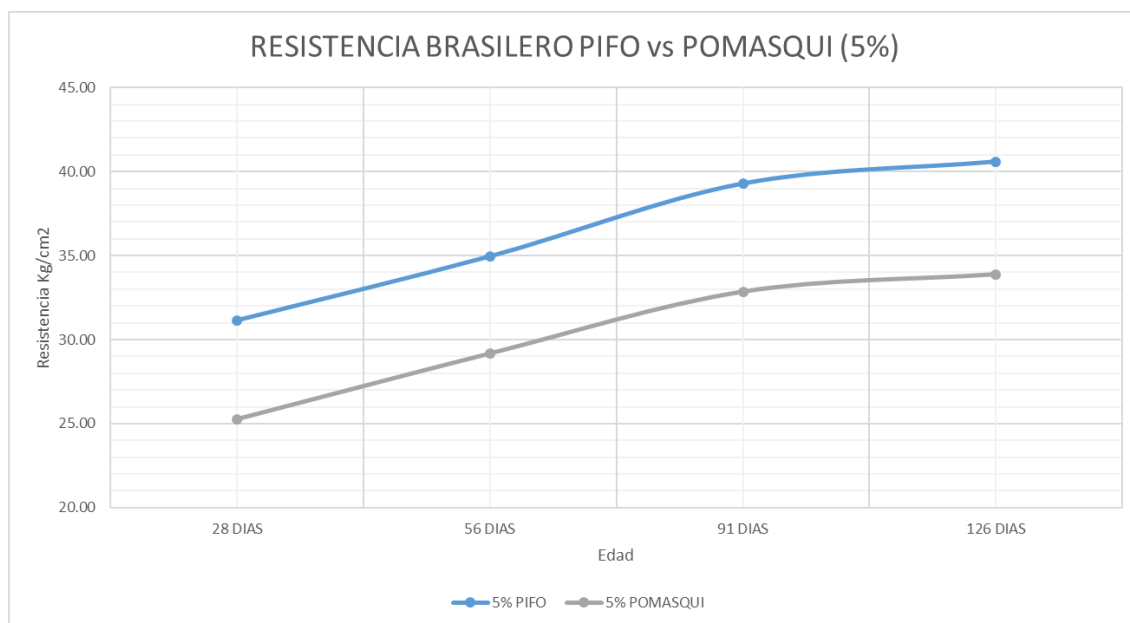


Gráfico 7.54 Gráfica comparativa Resistencia 5% –MINA PIFO y POMASQUI

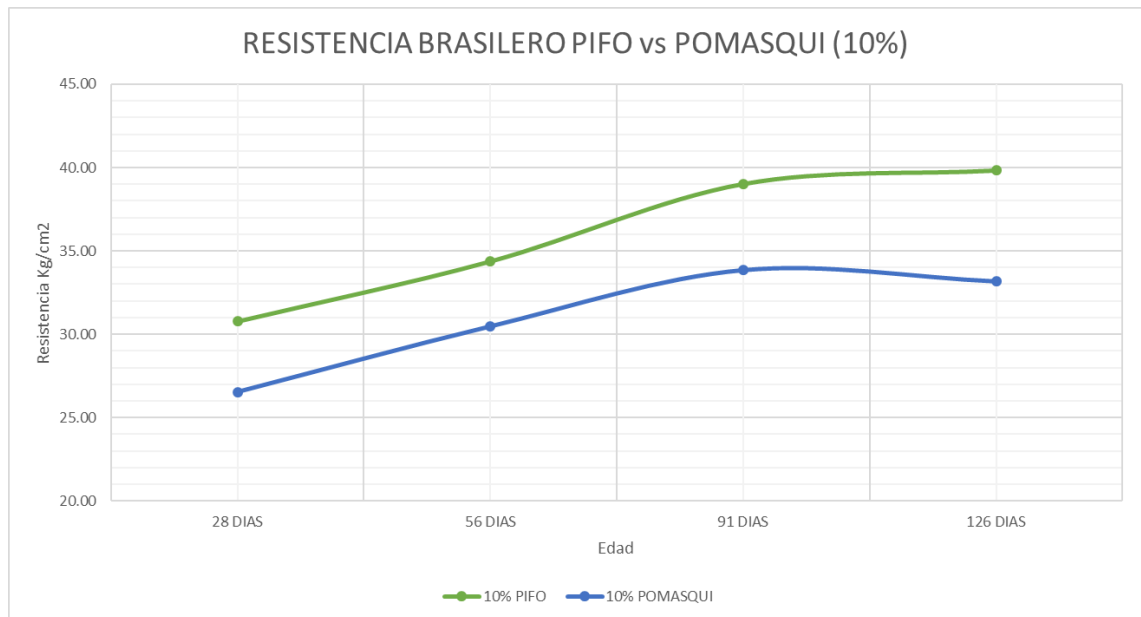


Gráfico 7.55 Gráfica comparativa Resistencia 10% –MINA PIFO y POMASQUI

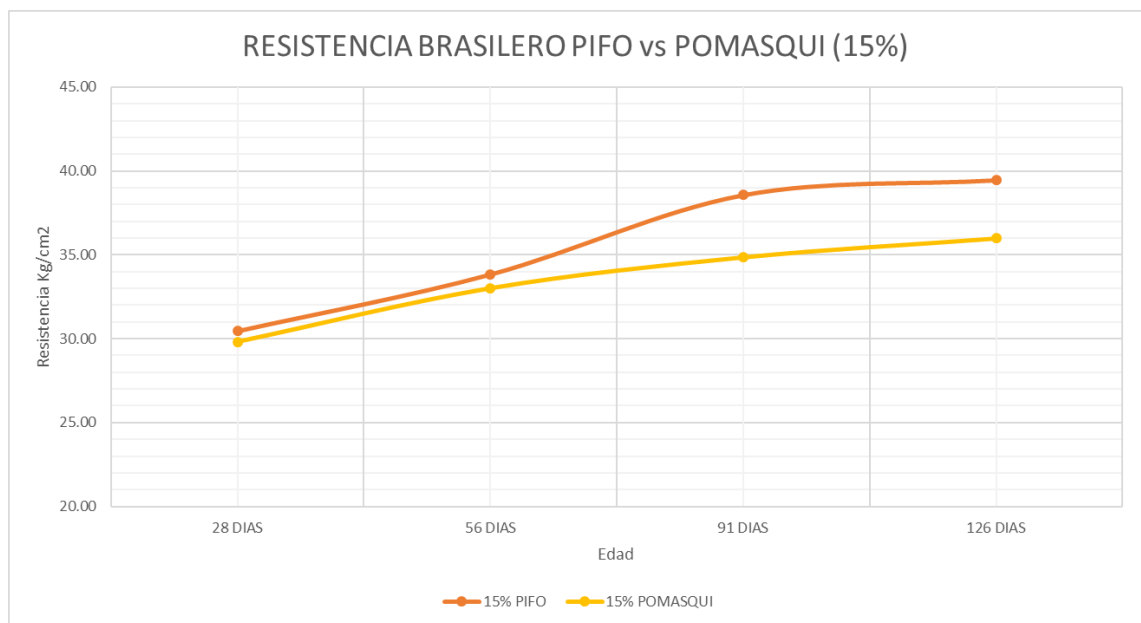


Gráfico 7.56 Gráfica comparativa Resistencia 15% –MINA PIFO y POMASQUI

7.3.4. ANÁLISIS MÓDULO DE ELASTICIDAD

Con los resultados de los módulos de elasticidad obtenidos en el laboratorio, se calculó λ usando la Ec. 5, de lo que se puede observar, los valores obtenidos para un mismo tipo de hormigón no varían mayormente, ni por la edad, así como tampoco por el porcentaje de concentración de la solución de ácido húmico; eso si se diferencia notoriamente entre hormigones de diferente material, por lo que los cálculos y las conclusiones se realizaron por separado para cada uno de los agregados.

El valor característico calculado de λ_{PIFO} es de 14466 Kg/cm² para un peso unitario del hormigón Pu_{PIFO} de 2.285 T/m³ (Referencia Tabla 7.5), reemplazando estos datos en la Ec. 8 se obtiene un valor de Ψ_{PIFO} igual a 4179 (Referencia Tabla 7.5), con el peso unitario del hormigón obtenido en la investigación y si se reemplaza en la ecuación 6 de ACI (Referencia Ec. 6) se obtiene un valor de $\lambda_{ACI-PIFO}$ igual a 14749 Kg/cm², mayor al valor calculado en un 2%; que relativamente no es muy relevante y estaría dentro de las variaciones razonables.

En el caso del material de Pomasqui, el valor de λ obtenido es 14541 Kg/cm² (Referencia Ec. 5, Tabla 7.12), para un peso unitario del material $Pu_{POMASQUI}$ de 2.187 T/m³, si se reemplaza estos valores en la ecuación 8 se llega a un $\Psi_{POMASQUI}$ de 4446 (Referencia Tabla 7.12). Al calcular con el peso unitario del hormigón en la ecuación ACI (Referencia Ec. 6) se obtiene un dato de $\lambda_{ACI-POMASQUI}$ igual a 13810 Kg/cm², este valor es menor al calculado y difiere en un 5% con relación al dato de la investigación, estableciéndose que es lo contrario al comportamiento del hormigón con el material de Pifo.

Referenciado en los resultados obtenidos y analizados en los acápites anteriores, se procedió a esquematizar un gráfico comparativo de los dos hormigones y la curva establecida por el ACI (Ver Gráfico 7.57.), considerando una misma resistencia a la compresión para los hormigones, se obtuvo un comportamiento de nuestros hormigones de acuerdo a lo esperado; es decir, que los hormigones fabricados con el material de Pifo tienen una deformación mayor a la del ACI tanto en el esfuerzo máximo como en la rotura, lo cual se explica por cuanto el agregado grueso de Pifo es de mayor dureza que el del ACI considerado para la elaboración de la curva. El hormigón fabricado con el material de Pomasqui; cuyo agregado grueso no tiene una buena resistencia a la acción química de los sulfatos y mecánica en la máquina de los ángeles, y es de menor calidad que los dos anteriores; por lo que presenta una deformación unitaria menor tanto en el esfuerzo máximo como en la rotura.

Si se observa el gráfico se puede ver claramente la razón por la cual, el módulo de elasticidad del hormigón con materiales de Pomasqui es mayor al de ACI, y el hormigón con material de Pifo es menor, lo que no significa que sean de mejor o peor calidad; más bien, de acuerdo a los resultados el hormigón con material de Pomasqui es de menor calidad y en definitiva no debería usarse este material para la fabricación de hormigones.

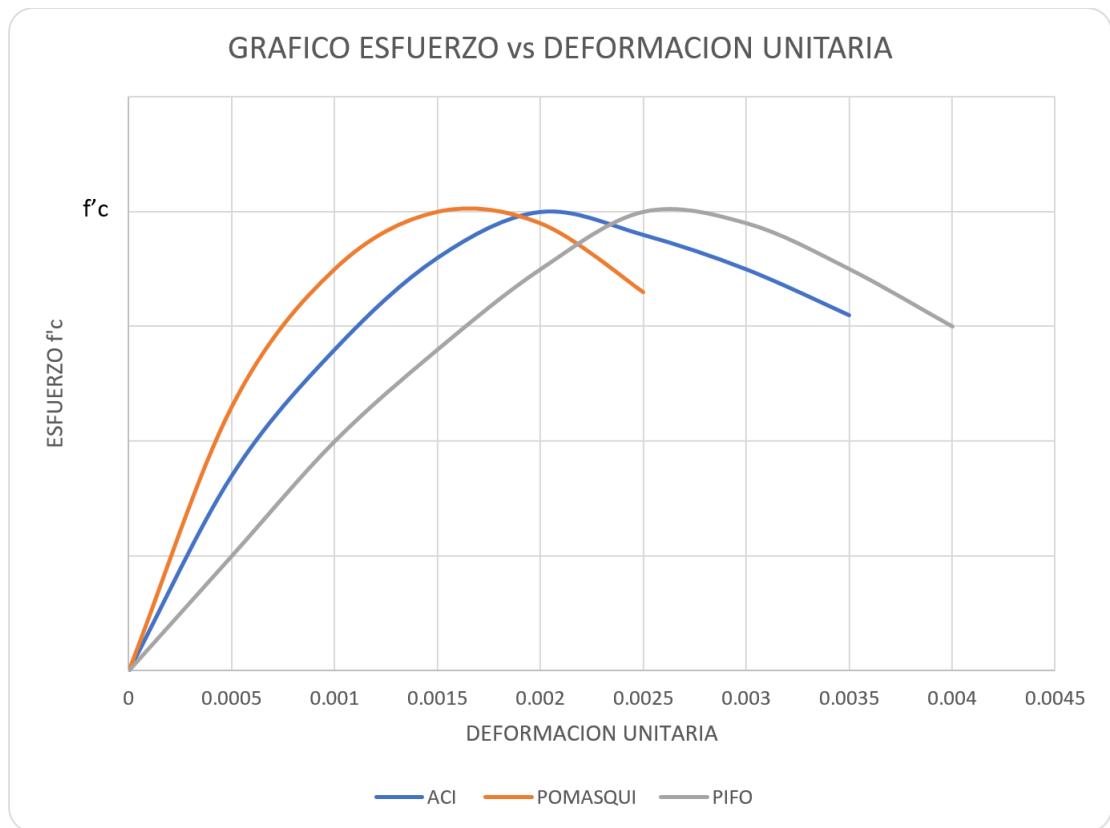


Gráfico 7.57 *Gráfico comparativo Módulos de Elasticidad Pifo, Pomasqui con ACI*

Cabe mencionar que los valores de deformación unitaria de las probetas obtenidos para cada hormigón (Pifo y Pomasqui) se corroboraron por medio de las ecuaciones (lineal y exponencial) encontradas en el trabajo de titulación denominado “Influencia que Tiene la Abrasión en la Resistencia a la Compresión del Hormigón” de Jorge Cárdenas, 1986, en el cual, se relaciona el porcentaje de abrasión del material para obtener valores de deformación unitaria y de módulo de elasticidad acorde a este parámetro de gran relevancia.

7.3.5. ANÁLISIS ESFUERZO A TRACCIÓN

Para la determinación del esfuerzo de tracción se utiliza métodos indirectos, en nuestro caso utilizamos el método brasileiro, se hicieron probetas cilíndricas las que fueron ensayadas a diferentes edades y para todas las concentraciones del ácido y cuyos resultados se pueden ver en las Tabla 7.6, 7.13 y se representan en los Gráficos 7.15, 7.38.

Al observar los datos del hormigón fabricado con el material de Pifo, se aprecia que el esfuerzo aumenta en función del tiempo y a las diferentes concentraciones de ácido, el porcentaje de incremento es homogéneo para todos los hormigones y es del 27% desde los 28 días, hasta los 91 días; pasado ese tiempo se observa que el incremento de resistencia se torna lento y se predice que en el caso de los hormigones sometidos a la acción del ácido comienza un ligero decremento, así también los esfuerzos obtenidos disminuyen variando entre 1.5%-3.5%, siendo directamente proporcional a la concentración de la solución (Ver Tabla 7.6, Grafico 7.15).

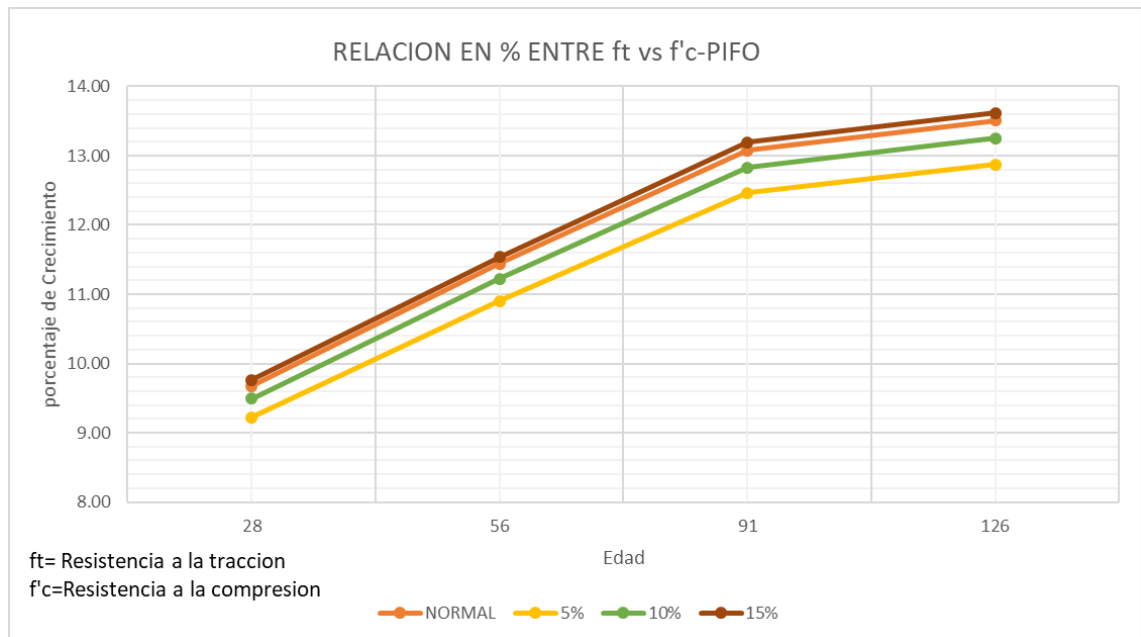


Grafico 7.58 Grafico comparativo Esfuerzo a Tracción – Esfuerzo a Compresión –PIFO

De los valores obtenidos con el hormigón fabricado con material de Pomasqui, el esfuerzo determinado en laboratorio manifiesta un crecimiento paulatino desde los 28 días hasta los 91 días, visualizándose así un porcentaje de incremento promedio de 27%, al incrementar la edad este crecimiento se ve estabilizado fluctuando entre 4%-25% y con posibilidad de decrecer a medida que la edad aumente, estos esfuerzos son proporcionales a la concentración del ácido, a mayor concentración mayor incremento, pero a medida que aumenta la edad el incremento se ve mermado (Ver Tabla 7.13 , Grafico 7.38).

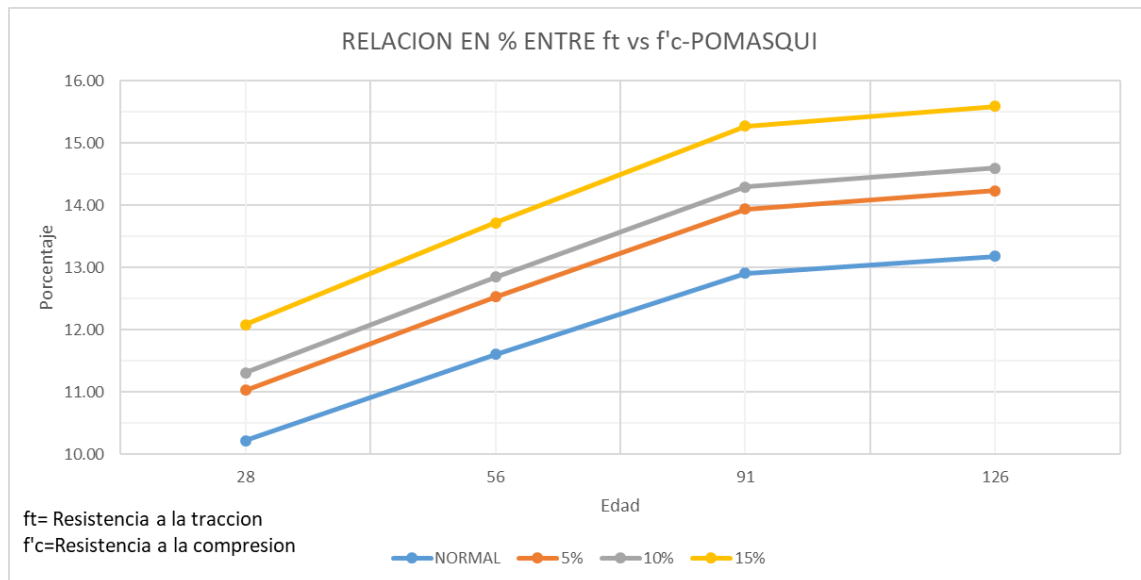


Grafico 7.59 Grafico comparativo Esfuerzo a Tracción – Esfuerzo a Compresión -POMASQUI

Se realizó un gráfico comparativo entre la resistencia a la tracción y la resistencia a compresión en porcentaje de resistencia, como se puede observar en los gráficos 7.58 y 7.59, para cada uno de los hormigones a diferentes edades; para el hormigón con material de Pifo, se observa que la variación en el crecimiento se mantiene en el 35%, partiendo a los 28 días hasta los 91 días sin importar la concentración del ácido, con valores que varían un 11% (Ver Gráfico 7.59). Del hormigón con material de Pomasqui, se presenta un crecimiento sostenido a partir de los 28 días hasta los 91 días con un porcentaje de 26% de incremento, este presenta valores de variación entre 12% - 13%, por lo cual concluimos que el comportamiento a tracción es creciente para todas las concentraciones de ácido hasta los 91 días, a partir de esta edad el comportamiento puede ser decreciente.

8. CAPITULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- El equivalente de arena del agregado fino de Pifo, se obtuvo un 72%, menor al máximo de 90%, que al ser comparado con el porcentaje retenido del tamiz #100 en el ensayo de granulometría, son cercanos (75%), ratificándose con el ensayo de material fino que pasa el tamiz #200 cuyo valor del 12% es superior al máximo de 5%. (Ver Tabla 7.15, Gráfico 7.47). Equivalente de arena para el agregado fino de Pomasqui se obtuvo un 75%, menor al máximo de 90%, al compararlo con el porcentaje de material retenido en el tamiz #100 en el ensayo de granulometría existe una diferencia leve (85%), para el pasante del tamiz #200 se obtuvo un valor de 9.0% superior al máximo de 5.0% (Ver Tabla 7.16, Gráfico 7.50), por tanto, los agregados tienen exceso de finos

El porcentaje de terrones de arcilla del agregado grueso de Pifo se obtuvo el 3.2% superior al máximo de 3.0%, (Ver Tabla 7.15, Gráfico 7.48).
- La acción química (sulfatos) del agregado grueso de Pomasqui, se obtuvo un porcentaje de 30% mayor al máximo de 15%, del ensayo de abrasión mecánica (máquina de los ángeles) se obtuvo un valor de 57%, superior al máximo del 50%, por lo cual se concluye que el material no es adecuado para la fabricación del hormigón (Ver Gráfico 7.51). Al contrario del material grueso de Pifo que presenta características inferiores a las especificaciones máximas para estos ensayos por lo cual es adecuado para la fabricación de hormigón.

- Los agregados finos y gruesos no cumplen con los porcentajes mínimos y máximos especificados en la normativa para granulometría, tanto el agregado de Pifo como para el de Pomasqui, razón por la cual, se combina apropiadamente los agregados por medio de una mezcla granulométrica, de tal forma que en ambos casos el agregado en su conjunto cumple con las condiciones para la fabricación del hormigón y realizar la investigación, como se puede observar en las gráficas 7.49 y 7.52

- La resistencia a la compresión simple de las muestras cilíndricas con material de Pifo, ensayadas a los 28 días fue de 217.9 kg/cm^2 como valor promedio, que corresponde al 90.8%, el cual está por debajo de la esperada de 240 kg/cm^2 y una resistencia característica de 191.2 kg/cm^2 lo que representa el 79.7% de la resistencia de diseño; esto se produce debido a que se sometieron los cilindros a condiciones de curado en laboratorio, utilizando agua dentro de un ambiente a temperatura controlada; la resistencia promedio a la compresión se iguala a la de diseño a partir de los 40 días.

La resistencia característica a los 91 días aumenta a 292.3 kg/cm^2 que representa un 21.8% de incremento valor que es superior al de la resistencia esperada. (Ver Tabla 7.1 y Grafico 7.1).

- La compresión simple de los cilindros con material de Pomasqui, presenta un valor a los 28 días de resistencia promedio de 204.3 kg/cm^2 , que representa el 85% de la resistencia de diseño, inferior a la esperada de 240 kg/cm^2 y una resistencia característica de 196.8 kg/cm^2 lo que manifiesta el 82% de la de

diseño; la resistencia obtenida no llega a ninguna edad a igualar o sobrepasar la de diseño, valores que nos indican que no se ha logrado la resistencia requerida.

La resistencia característica aumenta a 218.4 kg/cm² a partir de los 91 días que representa el 91% respecto a la esperada. (Ver Tabla 7.1 y Grafico 7.1).

- De la solución acida a la cual fueron sometidos los cilindros con agregado de Pifo, se produce un incremento de la resistencia en relación a la cantidad de días a los que estuvieron en contacto, cuyos valores están entre 5%-36% a 28 días y 5%-15% a los 56 días. A partir de los 91 días se puede apreciar un decrecimiento de la resistencia muy leve 6% - 29% (Ver Tabla 7.3).

- La solución acida que se sometió las muestras de hormigón con material de Pomasqui, se determinó que no existe un incremento de su resistencia característica a ninguna edad ni porcentaje de solución acida en comparación a las muestras en condiciones normales; a los 28 días el porcentaje de resistencia varía entre 71%-81% menor a la de diseño; hasta los 126 días se verifica porcentajes similares de resistencia entre 74%-77% (Ver Tabla 7.8 Gráfico 7.24).

El valor de λ para un mismo tipo de hormigón no varía, ni por la edad, ni por el porcentaje de concentración de la solución de ácido húmico; se diferencia notoriamente entre hormigones de diferente material.

- El valor característico calculado de λ_{PIFO} es de 14466 Kg/cm² para un peso unitario del hormigón ρ_{PIFO} de 2.285 T/m³, cuyo Ψ_{PIFO} es igual a 4179 (Referencia Tabla 7.5), con el peso unitario del hormigón obtenido en la investigación, se obtiene un valor de $\lambda_{\text{ACI-PI}}$ igual a 14749 Kg/cm², mayor al valor calculado en un 2%; que se encuentra dentro de los rangos permisibles.
- El valor característico obtenido de $\lambda_{\text{POMASQUI}}$ es 14541 Kg/cm², para un peso unitario ρ_{POMASQUI} de 2.187 T/m³, cuyo Ψ_{POMASQUI} es de 4446 (Referencia Tabla 7.12). Al calcular con el peso unitario del hormigón en la ecuación ACI se obtiene un dato de $\lambda_{\text{ACI-PO}}$ igual a 13810 Kg/cm², este valor es menor al calculado y difiere en un 5% con relación al dato de la investigación, estableciéndose que es lo contrario al comportamiento del hormigón con el material de Pifo.
- Para una misma resistencia a la compresión, refleja un comportamiento de los hormigones fabricados con el material de Pifo presentando un módulo de elasticidad E_c 233092 Kg/cm² y una deformación unitaria ϵ de 0.0025, mayor a la del ACI cuya ϵ es de 0.0020 en el esfuerzo máximo a la rotura, lo cual se explica por cuanto el agregado grueso de Pifo es de mayor dureza (porcentaje de abrasión 24%), que del ACI considerado para la elaboración de la curva hormigón fabricado con el material de Pomasqui presenta una deformación unitaria ϵ 0.0015 y un módulo de elasticidad E_c 201227 Kg/cm² la cual es

menor y se presenta en el esfuerzo máximo a la rotura, esto es debido a que el agregado grueso no tiene una buena resistencia a la acción química de los sulfatos (30%) y la abrasión mecánica en la máquina de los ángeles es alta (57%) (Ver Gráfico 7.57).

Si se observa el gráfico 7.57 se puede ver claramente la razón por la cual, el módulo de elasticidad del hormigón con materiales de Pomasqui es mayor al de ACI, y el hormigón con material de Pifo es menor, lo que no significa que sean de mejor o peor calidad; más bien, de acuerdo a los resultados el hormigón con material de Pomasqui es de menor calidad y en definitiva no debería usarse este material para la fabricación de hormigones.

Para la determinación del esfuerzo de tracción se utiliza métodos indirectos, en nuestro caso utilizamos el método brasileiro, cuyos resultados se pueden ver en las Tabla 7.6, 7.13 y se representan en los Gráficos 7.15, 7.38.

- El esfuerzo a la tracción con material de Pifo aumenta en función del tiempo y a las diferentes concentraciones de ácido, el porcentaje de incremento es homogéneo del 27% a los 28 días, hasta los 91 días; pasado ese tiempo los esfuerzos obtenidos disminuyen entre 1.5%-3.5% a los 126 días, siendo directamente proporcional a la concentración de la solución (Ver Tabla 7.6, Grafico 7.15). El comportamiento se presenta de manera semejante para las muestras con material de Pomasqui, al incrementar la edad este crecimiento se ve estabilizado fluctuando entre 4%-25%, pero a medida que aumenta la edad el incremento se ve mermado (Ver Tabla 7.13, Grafico 7.38).

8.2. RECOMENDACIONES

- Las probetas de hormigón fueron realizadas con uno de los cementos más comunes que se encuentran en el Mercado nacional, un cemento de tipo GU, debido a esto podemos recomendar la utilización de un tipo de cemento que presente mejores características en cuanto a la resistencia a la acción de los ácidos y sulfatos como se menciona en la normativa ASTM C1157, ayudando a mejorar las características de los hormigones sometidos a la acción de agentes degradantes.
- Para la utilización de hormigones que estén en contacto con este tipo de ácidos orgánicos es recomendable realizarlos con resistencias superiores a la analizada, así también con un agregado grueso que presente la dureza necesaria para brindar una durabilidad aceptable.
- Es recomendable realizar una investigación más detallada aumentando el tiempo para ensayar las probetas y con ello poder establecer parámetros más amplios que permitan definir un comportamiento más amplio de la acción del ácido húmico en contacto con los hormigones.

BIBLIOGRAFIA

Holcim Ecuador S.A. (2016). *Cemento Holcim Fuerte Tipo GU*. Quito, Ecuador: Ayudaventa – HEc. Recuperado de <https://www.programas.com/ec/Holcim/images/ec/HEc%20%20Ayudaventa%20act%20240915.pdf>

Universidad de Granada. (2011). *Química de las aguas naturales*. Granada, España: Parte2-Tema06. Recuperado de <http://www.ugr.es/~mota/Parte2-Tema06.pdf>

ASTM. American Society of Testing Materials, ASTM C114-18. Standard Test Methods for Chemical Analysis of Hydraulic Cement.

American Concrete Institute. (1989). *Guía para la Durabilidad del Hormigón*. Farmington Hills, Michigan, Estados Unidos de América: Informado por el Comité ACI 201. Recuperado de https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI_201_2R_01.pdf

American Concrete Institute. (1989). *Guide for Consolidation of Concrete*. Farmington Hills, Michigan, The United States of America: Reported by ACI Committee 309. Recuperado de http://bpesol.com/bachphuong/media/images/book/309r_96.pdf

ASTM. American Society of Testing Materials, ASTM C469/C469M–14. Standard Test Methods for Modulus of Elasticity and Poisson’s Ratio of Concrete in Compression.

INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 858:2010. ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA (PESO VOLUMÉTRICO) Y EL PORCENTAJE DE VACÍOS.

INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 856:2010. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO.

INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 872:2011. ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. REQUISITOS.

INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 696:2011. ÁRIDOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN LOS ÁRIDOS, FINO Y GRUESO.

INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2554:2011. HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO.DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN.(UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1 573:2010. HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DE LA

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO.

INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1855-2. HORMIGONES. HORMIGÓN PREPARADO EN OBRA. REQUISITOS.

Holcim Ecuador S.A. (2015). *Cemento hidráulico Tipo GU para la construcción en general*. Quito, Ecuador: Holcim Fuerte. Recuperado de https://www.portaldirecta.com/portaldirecta/ec/CEMENTO_GU_G.pdf

Holcim Ecuador S.A. (2018). *Evolución de las normas para la fabricación de cemento y características de sus aplicaciones*. Quito, Ecuador: Portafolio de cementos por desempeño Holcim. Recuperado de http://www.solucionesholcim.com/es/pdfs/7_evoluciondelasnormas.pdf

Universidad de Sevilla (2004). *Materiales en Instalaciones de Tratamiento y Conducción de Agua*. Sevilla, España: Hormigón. Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4102/fichero/3.+HORMIG%C3%93N.pdf>

Universidad Privada Antenor Orrego. (2010). *VIDA UTIL EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL*. Trujillo, Perú: INVESTIGACION “PREMIO ANTENOR ORREGO 2010”. Recuperado de https://esslide.org/the-philosophy-of-money.html?utm_source=vida-util-en-estructuras-de-concreto-armado

Pilicita, I, & Segovia, F. (2014). *DESGASTE DE ADOQUINES DE HORMIGÓN SOMETIDOS A SULFATOS DE SODIO EN DIFERENTES CONCENTRACIONES* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

Ouedraogo, I, & Zapata, J. (2014). *CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE VIDRIO E INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE FIBRA ADICIONADO* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

ASOCRETO (2010). *Tecnología del Concreto*. Bogotá, Colombia

Concreto, I. E. (2009). *inecyc. org. ec*. Recuperado de http://inecyc.org.ec/documentos/notas_tecnicas/CONTROL_CALIDAD_HORMIGON.pdf

MONTOYA, J. (2008). *Hormigón Armado*. Barcelona: Gustavo Gili, SL.

SÁNCHEZ DE GUZMAN, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Santafé de Bogotá: Bhandar Editores LTDA.

Gómez, G. (2011). *ATAQUE DE SULFATOS*. Bogotá, Colombia: Durabilidad del Concreto Reforzado. Recuperado de <http://docplayer.es/76514893-3-ataque-de-sulfatos.html>

Posada, B. (2012). *La degradación del concreto armado*. Medellín, Colombia: Revista Universidad EAFIT, [S.l.], v. 30, n. 93, p. 83-98, ago. 2012. ISSN 0120-341X. Recuperado de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1417>

Bonzel, J. (1964). *Protección del hormigón en las aguas agresivas. Principios y procedimientos*. París, Francia: Materiales de Construcción. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/371591854/corrosion-por-agua-pdf>

ANEXOS

ENSAYOS PIFO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C39

EDAD: 28 días

COMPRESION DE CILINDROS

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	28	150.72	150.97	150.8	299.56	299.46	297.31	298.8	12.060	397.6	178.7	5	226.8	217.9	22.2	21.4
	2	28	151.75	151.6	151.7	303.81	303.15	333.57	313.5	12.313	408.93	180.7	5	230.7		22.6	
MOD E	3	28	151.56	152.01	151.8	300.01	299.59	299.86	299.8	12.152	334.515	180.9	5	188.5		18.5	
	4	28	151.03	151.08	151.1	300.68	300.37	300.46	300.5	12.059	396.59	179.2	5	225.6		22.1	
														desv	19.7	1.9	
														f'c car	191.2	18.7	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	28	151.82	152.26	152.0	302.46	302.86	302.57	302.6	12.353	469.7	181.6	5	263.7	278.7	25.9	27.3
	2	28	153.82	153.6	153.7	307.14	304.16	304.68	305.3	12.564	525	185.6	5	288.4		28.3	
MOD E	3	28	150.93	150.09	150.5	300.61	299.2	298.38	299.4	11.935	509.293	177.9	5	291.8		28.6	
	4	28	151.34	152.06	151.7	303.99	305	303.57	304.2	12.397	480.18	180.7	5	270.8		26.6	
														desv	13.6	1.3	
														f'c car	260.4	25.5	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	28	152.78	151.61	152.2	303.68	304.42	303.67	303.9	12.421	539.1	181.9	5	302.1	279.2	29.6	27.4
	2	28	155	154.75	154.9	302.09	302.04	302.11	302.1	12.691	503.6	188.4	5	272.5		26.7	
MOD E	3	28	153.27	154	153.6	306.59	304.79	304.7	305.4	12.714	503.037	185.4	5	276.6		27.1	
	4	28	150.96	151.03	151.0	305.77	306.47	304.76	305.7	12.437	466.77	179.1	5	265.7		26.1	
														desv	15.9	1.6	
														f'c car	257.8	25.3	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	28	151.47	151.15	151.3	299.48	300.73	299.72	300.0	12.092	481.30	179.8	5	272.8	258.7	26.7	25.4
	2	28	151.03	150.17	150.6	298.11	300.38	300.48	299.7	11.984	516.60	178.1	5	295.6		29.0	
MOD E	3	28	150.98	151.02	151.0	298.65	299.45	298.6	298.9	11.933	472.56	179.1	5	269.0		26.4	
	4	28	151.01	151.61	151.3	303.44	302.98	303.55	303.3	13.398	348.06	179.8	5	197.3		19.3	
														desv	42.6	4.2	
														f'c car	201.2	19.7	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C39
EDAD: 56 días
COMPRESION DE CILINDROS

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	56	152.9	152.4	152.7	302.12	302.05	301.35	301.8	12.522	585.70	183.0	5	326.2	289.3	32.0	28.4
	2	56	150.01	150.93	150.5	298.61	299.54	300.01	299.4	11.828	459.40	177.8	5	263.3		25.8	
MOD E	3	56	152.6	152.88	152.7	300.04	300.12	300.24	300.1	12.500	585.16	183.2	5	325.5		31.9	
	4	56	151.68	151.69	151.7	297.48	298.56	300.28	298.8	12.151	429.45	180.7	5	242.3		23.8	
														desv	43.1	4.2	
														f'c car	231.2	22.7	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	56	150.3	149.65	150.0	299.05	299.45	300.01	299.5	11.992	469.70	176.7	5	271.0	303.2	26.6	29.7
	2	56	151.03	151.64	151.3	300.08	300.15	301.56	300.6	12.623	600.00	179.9	5	340.0		33.3	
MOD E	3	56	150.06	150.92	150.5	297.63	297.56	297.84	297.7	12.124	529.52	177.9	5	303.5		29.8	
	4	56	150.45	149.48	150.0	299.36	300.56	301.45	300.5	12.000	517.04	176.6	5	298.4		29.3	
														desv	28.4	2.8	
														f'c car	264.9	26.0	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	56	150.29	150.47	150.4	301.25	301.56	300.12	301.0	12.429	547.2	177.6	4	314.1	313.9	30.8	30.8
	2	56	149.4	149.63	149.5	298.36	299.45	298.65	298.8	12.074	566.6	175.6	4	329.0		32.3	
MOD E	3	56	151.41	151.19	151.3	302.66	302.45	301.58	302.2	12.481	528.32	179.8	4	299.5		29.4	
	4	56	151.03	150.96	151.0	296.75	297.56	298.45	297.6	12.028	549.64	179.1	4	312.9		30.7	
														desv	12.0	1.2	
														f'c car	297.6	29.2	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	56	151.42	150.9	151.2	300.1	300.14	300.56	300.3	12.462	431.9	179.5	5	245.3	286.4	24.1	28.1
	2	56	151.61	151.12	151.4	302.07	301.25	301.46	301.6	12.019	554.3	179.9	5	314.0		30.8	
MOD E	3	56	152.64	152.66	152.7	304.33	303.54	303.86	303.9	12.741	551.98	183.0	5	307.4		30.1	
	4	56	150.21	151.2	150.7	303.85	302.48	303.96	303.4	12.328	487.58	178.4	5	278.6		27.3	
														desv	31.4	3.1	
														f'c car	244.0	23.9	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C39
EDAD: 91 días
COMPRESION DE CILINDROS

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	91	152.4	152	152.2	305	307.3	306.5	306.3	12.250	611.01	181.9	5	342.3	345.9	33.6	33.9
	2	91	154.4	153.3	153.9	301.8	300.8	302.1	301.6	12.014	654.4	185.9	5	358.8		35.2	
MOD E	3	91	152.6	151.7	152.2	303.5	304.6	304.8	304.3	12.202	624.01	181.8	5	349.9		34.3	
	4	91	151.5	151.4	151.5	299.8	300.1	299.4	299.8	11.868	587.60	180.1	5	332.5		32.6	
														desv	11.2	1.1	
														f'c car	330.8	32.4	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	91	151.91	152.25	152.1	306.41	304.75	304.9	305.4	12.426	582.30	181.6	5	326.8	328.7	32.0	32.2
	2	91	150.45	150.69	150.6	300.15	300.32	300.51	300.3	11.915	548.80	178.1	5	314.2		30.8	
MOD E	3	91	151.25	151.88	151.6	303.9	304	305.2	304.4	12.350	581.24	180.4	5	328.4		32.2	
	4	91	151.82	149.85	150.8	300.75	300.15	300.35	300.4	11.917	605.87	178.7	5	345.6		33.9	
														desv	12.9	1.3	
														f'c car	311.3	30.5	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	91	154.35	153.91	154.1	305.9	304.6	305.1	305.2	12.635	555.3	186.6	5	303.4	292.7	29.7	28.7
	2	91	154.51	153.28	153.9	302.6	301.9	303.5	302.7	12.547	627.11	186.0	5	343.7		33.7	
MOD E	3	91	151.69	151.71	151.7	301.2	301	300.7	301.0	12.153	501.562	180.7	4	282.9		27.7	
	4	91	151.15	151.71	151.4	299.8	301	300.9	300.6	12.021	425.77	180.1	4	241.0		23.6	
														desv	42.7	4.2	
														f'c car	235.0	23.0	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	91	151.27	150.68	151.0	300.71	300.57	300.25	300.5	11.951	542.10	179.0	5	308.7	309.9	30.3	30.4
	2	91	152	153.5	152.8	300.17	299.93	300.51	300.2	12.194	541.30	183.3	5	301.1		29.5	
MOD E	3	91	152.4	151	151.7	302.5	304.3	304.8	303.9	12.286	529.71	180.7	5	298.7		29.3	
	4	91	150.91	151.18	151.0	300.96	299.85	300.26	300.4	12.040	582.11	179.2	5	331.2		32.5	
														desv	14.8	1.4	
														f'c car	290.0	28.4	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C 496

EDAD: 28 días

ENSAYO BRASILEÑO

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	28	151.56	151.33	151.45	303.11	304.54	303.97	303.87	12.317	206.7	2.86	2.90
	2	28	150.23	150.46	150.35	300.15	301.23	300.58	300.65	12.456	208.6	2.94	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	28	151.43	151.03	151.2	299.65	300.03	300.36	300.0	12.113	203.6	2.86	2.86
	2	28	151.48	151.69	151.59	300.56	301.78	301.31	301.22	12.217	204.8	2.86	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	28	152.64	151.94	152.29	304.61	304.64	304.75	304.67	12.392	203.05	2.79	2.82
	2	28	150.46	151.78	151.12	301.85	301.86	300.58	301.43	12.308	203.86	2.85	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	28	151.67	151.55	151.6	302.35	302.5	302.11	302.3	12.221	198.7	2.76	2.79
	2	28	151.68	151.49	151.6	300.12	301.73	301.25	301.0	12.239	201.85	2.82	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C 496

EDAD: 56 días

ENSAYO BRASILEÑO

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	56	150.76	150.35	150.6	296.06	298.53	299.54	298.0	11.917	239	3.39	3.35
	2	56	153.2	153.16	153.2	301.55	300.86	301.25	301.2	12.564	240.5	3.32	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	56	151.13	151.24	151.2	303.74	302.49	303.58	303.3	12.7	240.5	3.34	3.37
	2	56	151.23	151.89	151.6	302.58	301.64	301.49	301.9	12.851	245.1	3.41	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	56	150.65	150.73	150.7	301.84	300.57	301.48	301.3	12.427	228.5	3.20	3.22
	2	56	151.23	150.42	150.8	301.26	301.47	301.57	301.4	12.561	231.6	3.24	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	56	151.1	151.14	151.1	299.06	300.15	300.48	299.9	12.269	244.5	3.43	3.48
	2	56	150.23	150.41	150.3	300.12	300.45	300.58	300.4	12.324	249.7	3.52	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C 496

EDAD: 91 días

ENSAYO BRASILEÑO

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	91	154	152.7	153.4	304.9	305.3	304.8	305.0	12.384	273.3	3.72	3.91
	2	91	153.2	151.9	152.6	305.44	304.6	304.3	304.8	12.204	298.8	4.09	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	91	150.82	151.15	151.0	299.89	299.35	300.15	299.8	12.006	273.4	3.85	3.89
	2	91	151.76	151.23	151.5	300.17	301.56	300.45	300.7	12.104	281.5	3.93	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	91	152.48	154.1	153.3	305.5	305.3	305.4	305.4	12.724	265.6	3.61	3.69
	2	91	151.23	151.49	151.4	302.14	302.58	302.64	302.5	12.821	271.4	3.77	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	91	154.8	154.17	154.5	303.5	302.9	302.2	302.9	12.687	274.9	3.74	3.81
	2	91	152.56	152.47	152.5	301.58	301.47	301.69	301.6	12.721	279.6	3.87	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C 496

EDAD: 126 días

ENSAYO BRASILEÑO

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	126	150.25	150.12	150.2	299.08	300.74	300.16	300.0	11.72	268.4	3.79	3.74
	2	126	150.7	149.93	150.3	299.08	300.07	300.19	299.8	11.702	261.3	3.69	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	126	151.09	151.76	151.4	304.75	303.66	303.75	304.1	12.413	290.8	4.02	4.09
	2	126	150.14	150.23	150.2	302.45	302.86	301.12	302.1	12.532	296.1	4.15	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	126	150.38	150.69	150.5	300.29	300.03	299.84	300.1	11.915	288.1	4.06	4.07
	2	126	151.23	151.28	151.3	301.25	301.86	301.46	301.5	12.015	292.3	4.08	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	126	151.96	151.77	151.9	304.24	303.75	304.29	304.1	12.372	272.4	3.76	3.86
	2	126	150.23	150.87	150.6	301.25	302.45	301.12	301.6	12.542	283.5	3.97	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C 496

TRACCION EN VIGUETAS

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

VIGUETAS PIFO						
DOSIFICACION	NORMAL	NORMAL	5%	5%	15%	15%
Edad (días)	28	28	28	28	28	28
Longitud (mm)	563	562	563	560	564	563
Ancho (mm)	150.28	151.35	150.06	151.57	151.83	151.27
Altura (mm)	154.21	154.14	153.04	152.17	153.23	154.56
Volúmen (mm ³)	13047344.16	13110948.02	12929397.7	12916067.9	13121409.7	13163103.9
Masa (gr)	29204	29354	28766	28653	28997	29017
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.24	2.24	2.22	2.22	2.21	2.20
Distancia entre apoyos (mm)	450	450	450	450	450	450
Carga máxima (KN)	31.759	31.861	31.621	30.876	32.537	33.965
Módulo de Rotura (MPa)	4.00	3.99	4.05	3.96	4.11	4.23
Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	40.84	40.74	41.35	40.43	41.96	43.19
PROMEDIO	40.79		40.89		42.58	

VIGUETAS PIFO						
DOSIFICACION	NORMAL	NORMAL	5%	5%	15%	15%
Edad (días)	126	126	126	126	126	126
Longitud (mm)	562	561	561	563	561	561
Ancho (mm)	154.61	152.14	152.98	153.67	151.89	152.53
Altura (mm)	152.22	151.68	155.47	152.07	154.54	153.32
Volúmen (mm ³)	13226520.62	12945969.91	13342712.1	13156520.1	13168398.2	13119489.7
Masa (gr)	28910	28758	29326	29082	29183	28835
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.19	2.22	2.2	2.21	2.22	2.2
Distancia entre apoyos (mm)	450	450	450	450	450	450
Carga máxima (KN)	32.865	33.045	34.346	34.421	35.652	35.874
Módulo de Rotura (MPa)	4.13	4.25	4.18	4.36	4.42	4.50
Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	42.17	43.39	42.68	44.52	45.13	45.95
PROMEDIO	42.78		43.60		45.54	

28 DIAS PIFO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

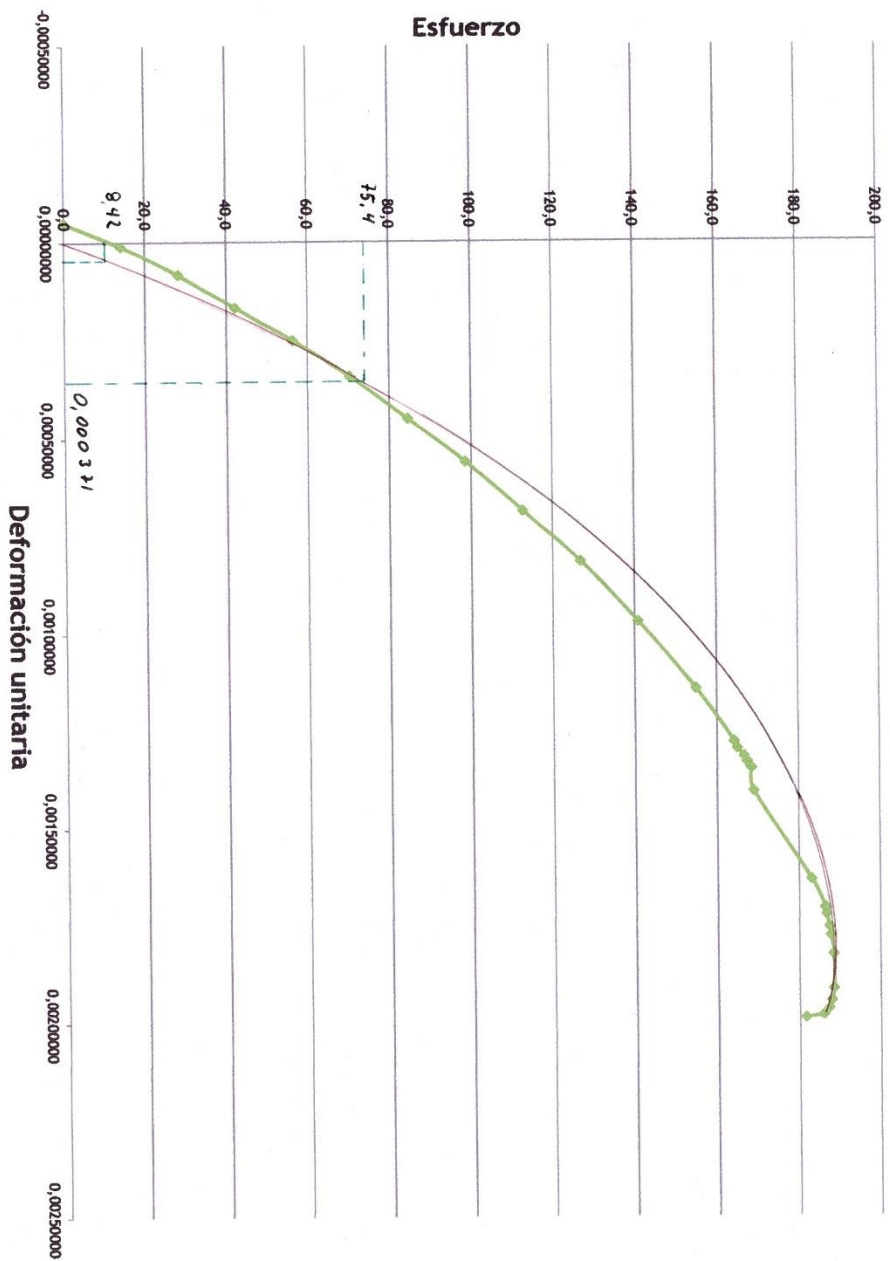
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 06-Nov-2017

MUESTRA					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=		180.95
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=		334515
r (cm)=	15		EG=		126
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2) 188.5	ER=		125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.024	0.011952191	14.1	0.00005976
50000	5098.555069	0.053	0.026394422	28.2	0.00013197
75000	7647.832604	0.087	0.043326693	42.3	0.00021663
100000	10197.11014	0.121	0.060258964	56.4	0.00030129
125000	12746.38767	0.158	0.078685259	70.4	0.00039343
150000	15295.66521	0.201	0.100099602	84.5	0.00050050
175000	17844.94274	0.245	0.122011952	98.6	0.00061006
200000	20394.22028	0.296	0.147410359	112.7	0.00073705
225000	22943.49781	0.348	0.173306773	126.8	0.00086653
250000	25492.77535	0.410	0.204183267	140.9	0.00102092
275000	28042.05288	0.479	0.238545817	155.0	0.00119273
291506	29725.18788	0.533	0.265438247	164.3	0.00132719
292833	29860.50353	0.540	0.268924303	165.0	0.00134462
295828	30165.90698	0.548	0.272908367	166.7	0.00136454
297188	30304.58768	0.554	0.275896414	167.5	0.00137948
298562	30444.69597	0.559	0.278386454	168.3	0.00139193
299077	30497.21109	0.561	0.27938247	168.5	0.00139691
300000	30591.33042	0.585	0.291334661	169.1	0.00145667
325000	33140.60795	0.676	0.336653386	183.2	0.00168327
330953	33747.64192	0.705	0.351095618	186.5	0.00175548
331373	33790.46978	0.712	0.354581673	186.7	0.00177291
332788	33934.75889	0.725	0.361055777	187.5	0.00180528
333342	33991.25088	0.734	0.365537849	187.9	0.00182769
334448	34104.03092	0.753	0.375	188.5	0.00187500
334515	34110.86298	0.788	0.392430279	188.5	0.00196215
333553	34012.76678	0.800	0.398406375	188.0	0.00199203
332474	33902.73996	0.809	0.402888446	187.4	0.00201444
330059	33656.47975	0.816	0.406374502	186.0	0.00203187
322184	32853.45733	0.819	0.407868526	181.6	0.00203934

Módulo de elasticidad normal 28 días Pífo $f'_c=188.5 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

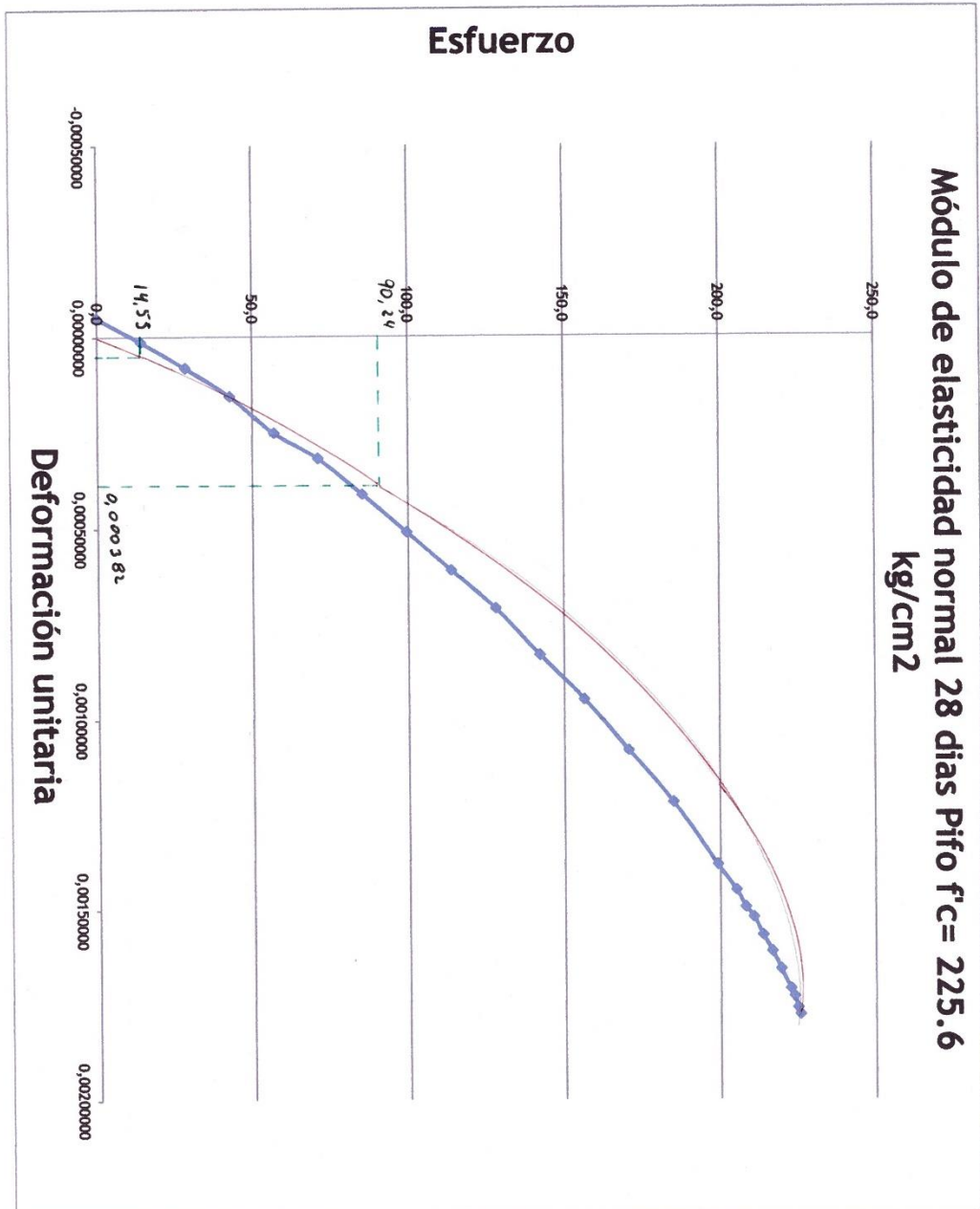
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 06-Nov-2017

MUESTRA					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=		179.21
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=		396588
r (cm)=	15		EG=		123
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	225.6	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.025	0.012600806	14.2	0.00006300
50000	5098.555069	0.052	0.026209677	28.5	0.00013105
75000	7647.832604	0.081	0.040826613	42.7	0.00020413
100000	10197.11014	0.119	0.059979839	56.9	0.00029990
125000	12746.38767	0.146	0.07358871	71.1	0.00036794
150000	15295.66521	0.183	0.092237903	85.4	0.00046119
175000	17844.94274	0.222	0.111895161	99.6	0.00055948
200000	20394.22028	0.262	0.132056452	113.8	0.00066028
225000	22943.49781	0.302	0.152217742	128.0	0.00076109
250000	25492.77535	0.350	0.17641129	142.3	0.00088206
275000	28042.05288	0.396	0.199596774	156.5	0.00099798
300000	30591.33042	0.449	0.226310484	170.7	0.00113155
325000	33140.60795	0.503	0.253528226	184.9	0.00126764
350000	35689.88549	0.569	0.286794355	199.2	0.00143397
360444	36754.87167	0.595	0.299899194	205.1	0.00149950
365882	37309.39052	0.613	0.308971774	208.2	0.00154486
370321	37762.04024	0.623	0.314012097	210.7	0.00157006
375460	38286.06973	0.642	0.32358871	213.6	0.00161794
380829	38833.55257	0.659	0.332157258	216.7	0.00166079
385656	39325.76708	0.677	0.341229839	219.4	0.00170615
390974	39868.04939	0.698	0.351814516	222.5	0.00175907
393152	40090.14245	0.706	0.355846774	223.7	0.00177923
395118	40290.61764	0.718	0.361895161	224.8	0.00180948
396588	40440.51516	0.725	0.365423387	225.7	0.00182712

Módulo de elasticidad normal 28 días Pífo $f'c = 225.6$ kg/cm²



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

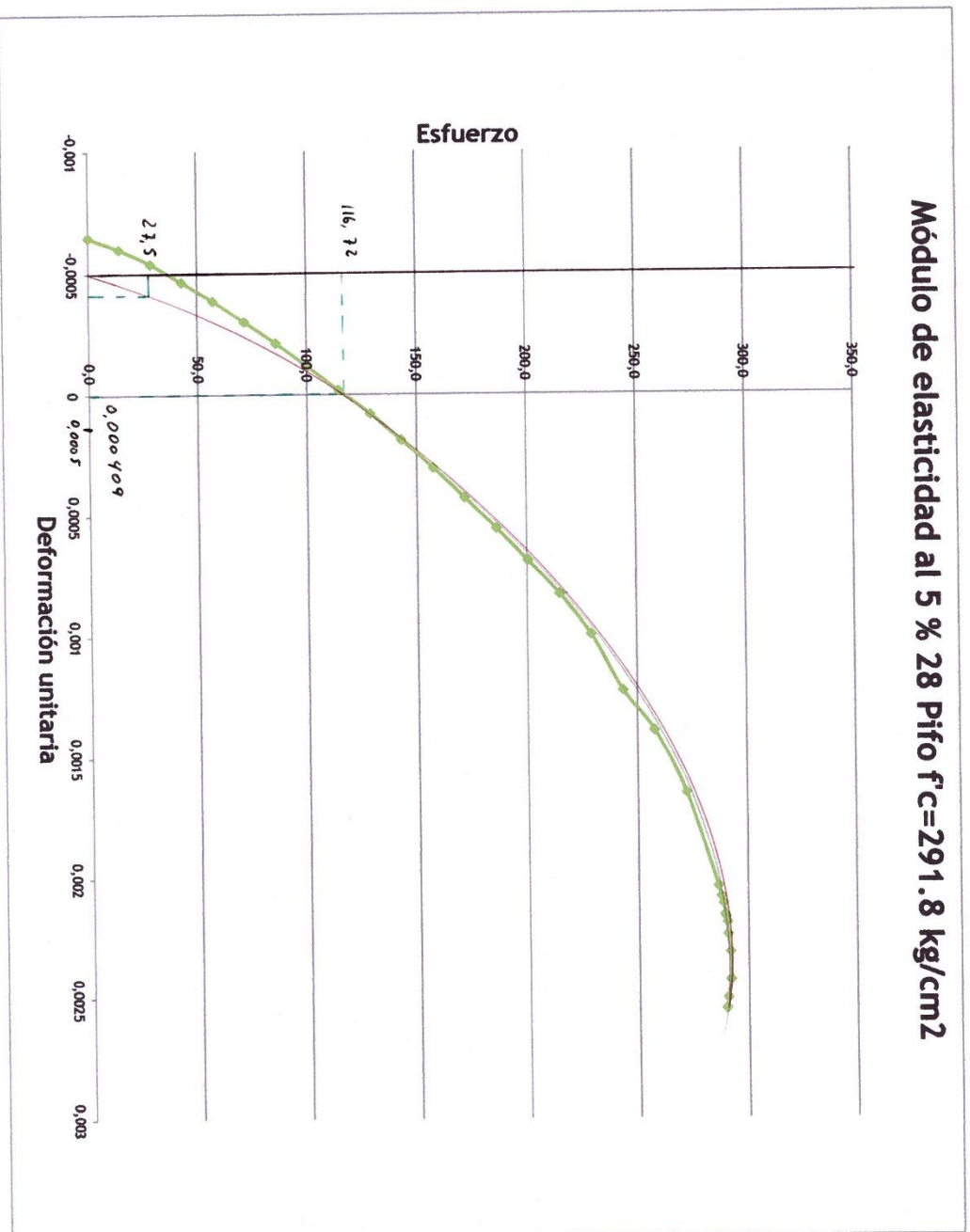
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 06-Nov-2017

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	177.92
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	509293
r (cm)=	15			EG=	123.6
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	291.8	ER=	125.2

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.019	0.009561093	14.3	0.00004781
50000	5098.555069	0.043	0.021638264	28.7	0.00010819
75000	7647.832604	0.073	0.036734727	43.0	0.00018367
100000	10197.11014	0.105	0.052837621	57.3	0.00026419
125000	12746.38767	0.139	0.069946945	71.6	0.00034973
150000	15295.66521	0.174	0.087559486	86.0	0.00043780
175000	17844.94274	0.212	0.106681672	100.3	0.00053341
200000	20394.22028	0.251	0.126307074	114.6	0.00063154
225000	22943.49781	0.290	0.145932476	129.0	0.00072966
250000	25492.77535	0.334	0.168073955	143.3	0.00084037
275000	28042.05288	0.380	0.191221865	157.6	0.00095611
300000	30591.33042	0.429	0.215879421	171.9	0.00107940
325000	33140.60795	0.479	0.241040193	186.3	0.00120520
350000	35689.88549	0.532	0.267710611	200.6	0.00133855
375000	38239.16302	0.587	0.29538746	214.9	0.00147694
400000	40788.44056	0.654	0.329102894	229.3	0.00164551
425000	43337.71809	0.760	0.38244373	243.6	0.00191222
450000	45886.99563	0.812	0.408610932	257.9	0.00204305
475000	48436.27316	0.915	0.460442122	272.2	0.00230221
500000	50985.55069	1.069	0.537937299	286.6	0.00268969
501995	51188.98304	1.086	0.546491961	287.7	0.00273246
503862	51379.36309	1.098	0.552530547	288.8	0.00276265
504944	51489.69582	1.116	0.561588424	289.4	0.00280794
505747	51571.57861	1.120	0.563601286	289.9	0.00281801
506625	51661.10924	1.129	0.568130225	290.4	0.00284065
507227	51722.49584	1.149	0.578194534	290.7	0.00289097
508861	51889.11662	1.178	0.592787781	291.6	0.00296394
509293	51933.16814	1.223	0.615432476	291.9	0.00307716
507159	51715.56181	1.255	0.63153537	290.7	0.00315768
506106	51608.18624	1.272	0.640090032	290.1	0.00320045

Módulo de elasticidad al 5 % 28 Pífo $f'_c=291.8 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

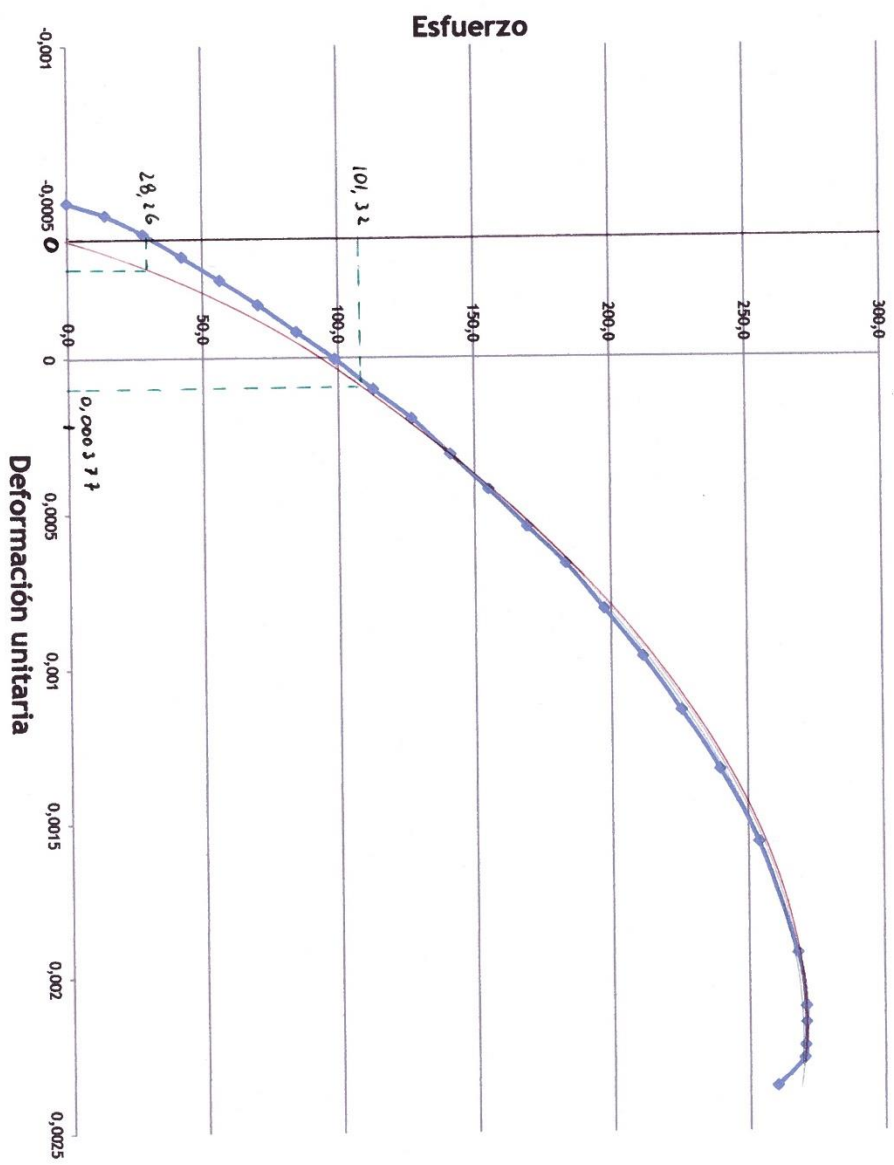
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 06-Nov-2017

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=		180.74
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=		480182
r (cm)=	15		EG=		123.6
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	270.8	ER=	125.2

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.016	0.008051447	14.1	0.00004026
50000	5098.555069	0.040	0.020128617	28.2	0.00010064
75000	7647.832604	0.069	0.034721865	42.3	0.00017361
100000	10197.11014	0.099	0.049818328	56.4	0.00024909
125000	12746.38767	0.130	0.065418006	70.5	0.00032709
150000	15295.66521	0.165	0.083030547	84.6	0.00041515
175000	17844.94274	0.200	0.100643087	98.7	0.00050322
200000	20394.22028	0.239	0.120268489	112.8	0.00060134
225000	22943.49781	0.276	0.13888746	126.9	0.00069444
250000	25492.77535	0.322	0.16203537	141.0	0.00081018
275000	28042.05288	0.367	0.184680064	155.1	0.00092340
300000	30591.33042	0.415	0.208834405	169.3	0.00104417
325000	33140.60795	0.462	0.232485531	183.4	0.00116243
350000	35689.88549	0.521	0.262175241	197.5	0.00131088
375000	38239.16302	0.582	0.292871383	211.6	0.00146436
400000	40788.44056	0.651	0.327593248	225.7	0.00163797
425000	43337.71809	0.727	0.365837621	239.8	0.00182919
450000	45886.99563	0.821	0.413139871	253.9	0.00206570
475000	48436.27316	0.964	0.485099678	268.0	0.00242550
480064	48952.65482	1.033	0.519821543	270.8	0.00259911
480182	48964.68741	1.054	0.530389068	270.9	0.00265195
479559	48901.15941	1.084	0.545485531	270.6	0.00272743
478848	48828.65796	1.100	0.553536977	270.2	0.00276768
461284	47037.63753	1.135	0.571149518	260.2	0.00285575

Módulo de elasticidad al 5 % 28 días Pífo $f'_c=270.8 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

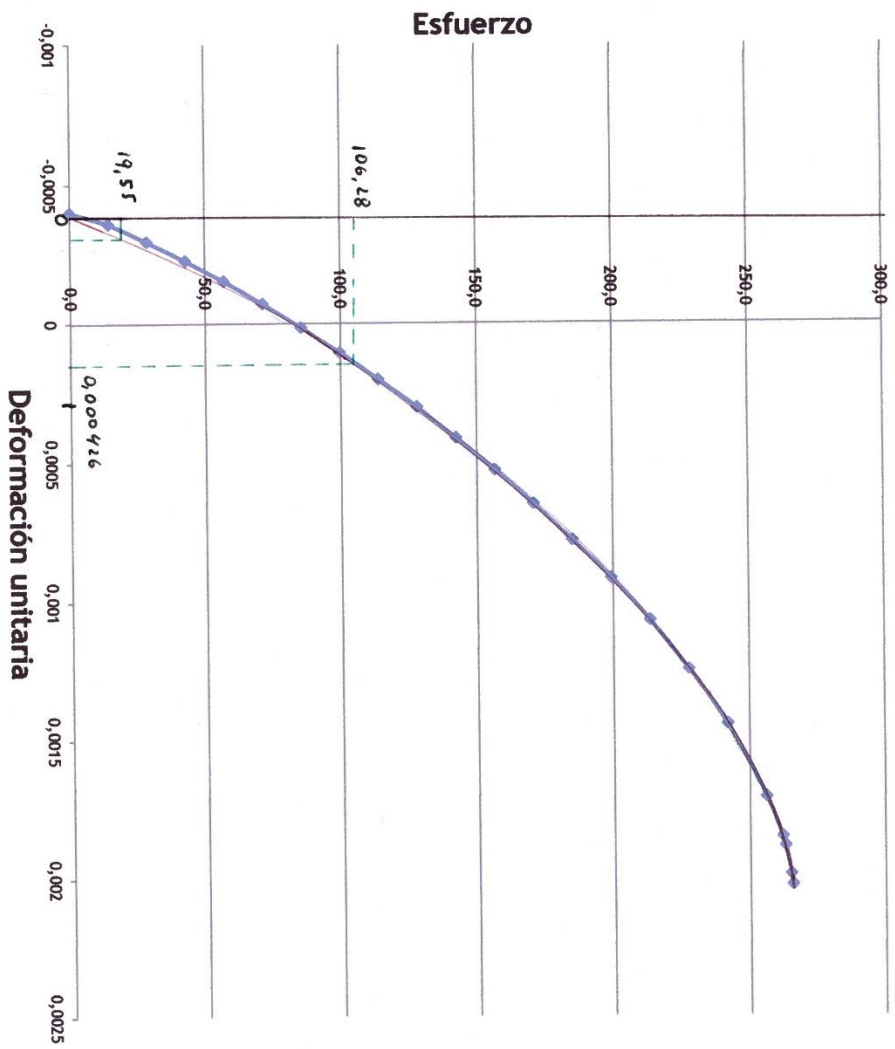
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 06-Nov-2017

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	179.07
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	466769
r (cm)=	15			EG=	123
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	265.7	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.016	0.008128	14.2	0.0004064
50000	5098.555069	0.041	0.020828	28.5	0.00010414
75000	7647.832604	0.068	0.034544	42.7	0.00017272
100000	10197.11014	0.097	0.049276	56.9	0.00024638
125000	12746.38767	0.129	0.065532	71.2	0.00032766
150000	15295.66521	0.163	0.082804	85.4	0.00041402
175000	17844.94274	0.199	0.101092	99.7	0.00050546
200000	20394.22028	0.237	0.120396	113.9	0.00060198
225000	22943.49781	0.276	0.140208	128.1	0.00070104
250000	25492.77535	0.320	0.16256	142.4	0.00081280
275000	28042.05288	0.365	0.18542	156.6	0.00092710
300000	30591.33042	0.413	0.209804	170.8	0.00104902
325000	33140.60795	0.465	0.23622	185.1	0.00118110
350000	35689.88549	0.519	0.263652	199.3	0.00131826
375000	38239.16302	0.579	0.294132	213.5	0.00147066
400000	40788.44056	0.649	0.329692	227.8	0.00164846
425000	43337.71809	0.727	0.369316	242.0	0.00184658
450000	45886.99563	0.830	0.42164	256.3	0.00210820
460322	46939.54133	0.887	0.450596	262.1	0.00225298
462127	47123.59917	0.900	0.4572	263.2	0.00228600
465774	47495.48778	0.94	0.47752	265.2	0.00238760
466769	47596.94902	0.955	0.48514	265.8	0.00242570

Módulo de elasticidad al 10% 28 días Pífo $f_c=265.7 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

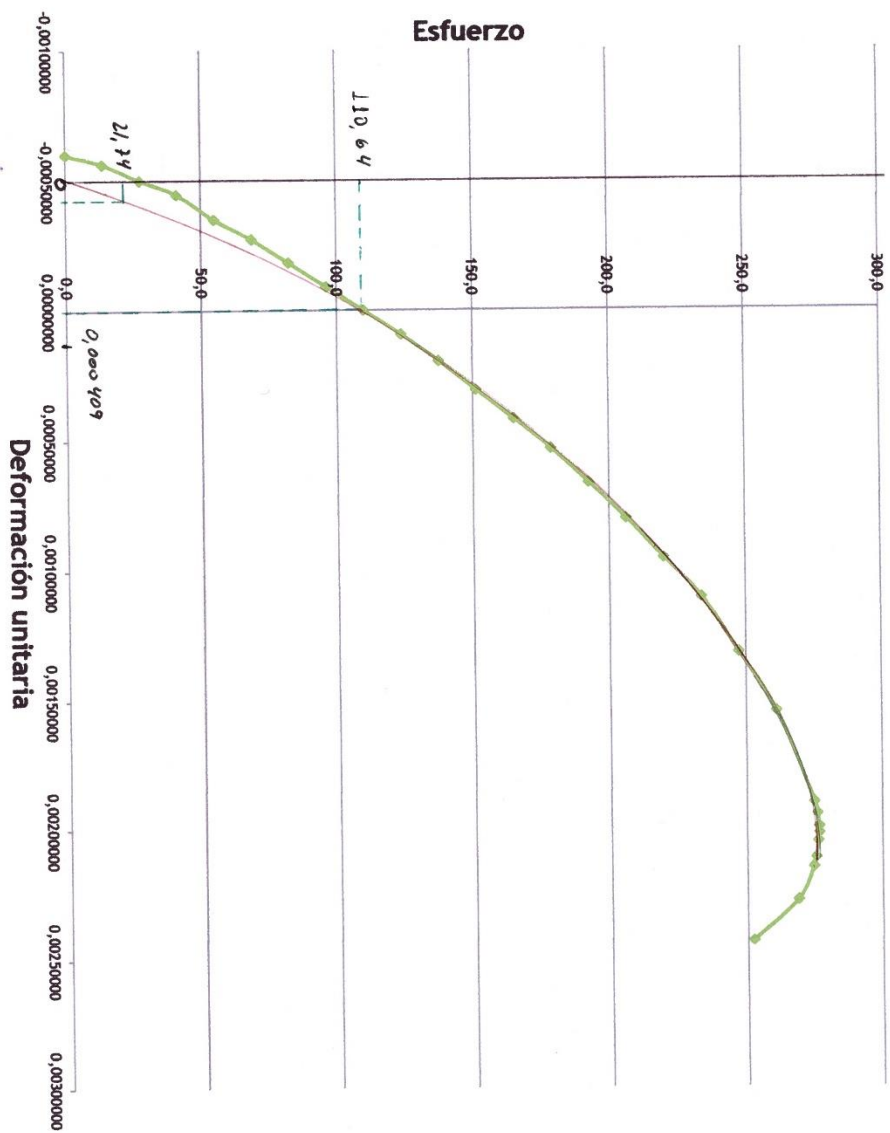
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 06-Nov-2017

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	185.38
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	503037
r (cm)=	15			EG=	123
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	276.6	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.015	0.007560484	13.8	0.00003780
50000	5098.555069	0.039	0.019657258	27.5	0.00009829
75000	7647.832604	0.061	0.030745968	41.3	0.00015373
100000	10197.11014	0.100	0.050403226	55.0	0.00025202
125000	12746.38767	0.130	0.065524194	68.8	0.00032762
150000	15295.66521	0.166	0.083669355	82.5	0.00041835
175000	17844.94274	0.202	0.101814516	96.3	0.00050907
200000	20394.22028	0.238	0.119959677	110.0	0.00059980
225000	22943.49781	0.275	0.138608871	123.8	0.00069304
250000	25492.77535	0.316	0.159274194	137.5	0.00079637
275000	28042.05288	0.360	0.181451613	151.3	0.00090726
300000	30591.33042	0.404	0.203629032	165.0	0.00101815
325000	33140.60795	0.450	0.226814516	178.8	0.00113407
350000	35689.88549	0.502	0.253024194	192.5	0.00126512
375000	38239.16302	0.557	0.280745968	206.3	0.00140373
400000	40788.44056	0.617	0.310987903	220.0	0.00155494
425000	43337.71809	0.677	0.341229839	233.8	0.00170615
450000	45886.99563	0.761	0.383568548	247.5	0.00191784
475000	48436.27316	0.852	0.429435484	261.3	0.00214718
500000	50985.55069	0.992	0.500000000	275.0	0.00250000
501953	51184.70026	1.010	0.509072581	276.1	0.00254536
503000	51291.464	1.030	0.519153226	276.7	0.00259577
503037	51295.23693	1.040	0.524193548	276.7	0.00262097
502332	51223.3473	1.052	0.530241935	276.3	0.00265121
500877	51074.97935	1.077	0.542842742	275.5	0.00271421
499330	50917.23006	1.091	0.549899194	274.7	0.00274950
488825	49846.02364	1.141	0.575100806	268.9	0.00287550
458598	46763.74316	1.203	0.606350806	252.3	0.00303175

Módulo de elasticidad al 10% 28 días Pífo $f'_c=276.6 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

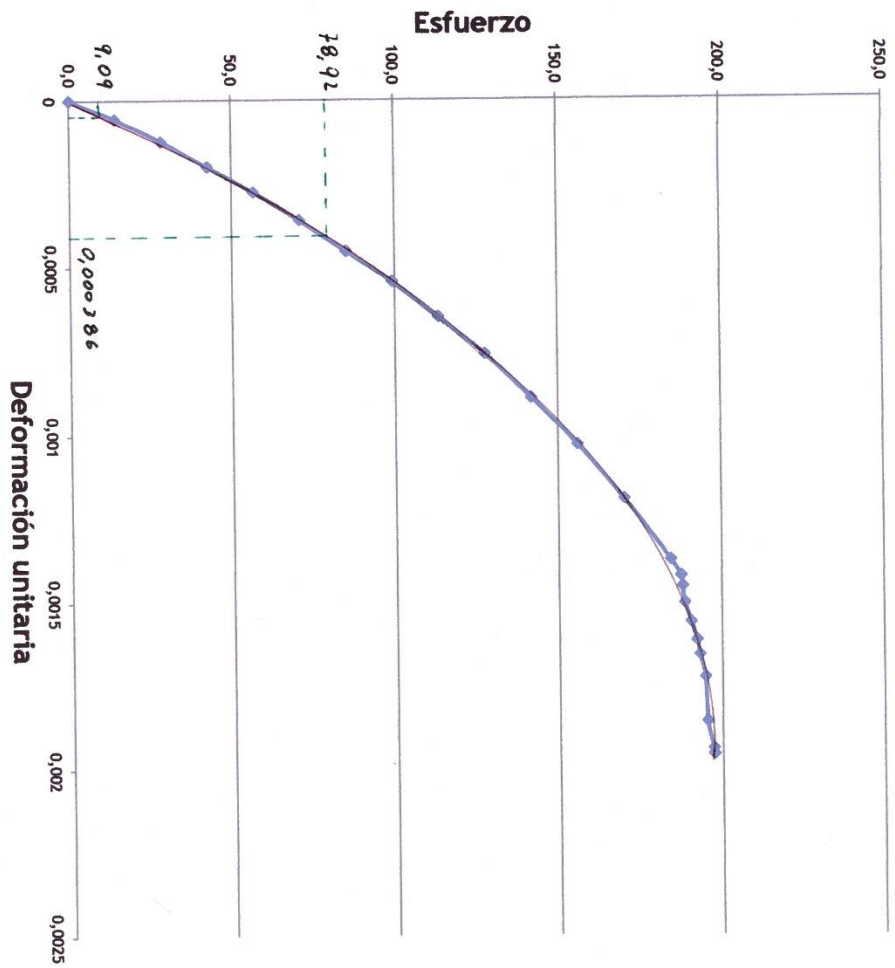
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 06-Nov-2017

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	179.81	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	348056	
r (cm)=	15		EG=	127	
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	197.3	ER=	123

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.022	0.010824	14.2	0.00005412
50000	5098.555069	0.050	0.0246	28.4	0.00012300
75000	7647.832604	0.081	0.039852	42.5	0.00019926
100000	10197.11014	0.112	0.055104	56.7	0.00027552
125000	12746.38767	0.146	0.071832	70.9	0.00035916
150000	15295.66521	0.184	0.090528	85.1	0.00045264
175000	17844.94274	0.221	0.108732	99.2	0.00054366
200000	20394.22028	0.264	0.129888	113.4	0.00064944
225000	22943.49781	0.309	0.152028	127.6	0.00076014
250000	25492.77535	0.362	0.178104	141.8	0.00089052
275000	28042.05288	0.419	0.206148	155.9	0.00103074
300000	30591.33042	0.485	0.23862	170.1	0.00119310
325000	33140.60795	0.559	0.275028	184.3	0.00137514
330573	33708.8929	0.579	0.284868	187.5	0.00142434
331233	33776.19383	0.592	0.291264	187.8	0.00145632
332595	33915.07847	0.612	0.301104	188.6	0.00150552
335910	34253.11267	0.635	0.31242	190.5	0.00156210
339046	34572.89404	0.657	0.323244	192.3	0.00161622
340454	34716.46935	0.675	0.3321	193.1	0.00166050
343259	35002.49829	0.702	0.345384	194.7	0.00172692
344592	35138.42577	0.756	0.371952	195.4	0.00185976
347663	35451.57902	0.789	0.388188	197.2	0.00194094
348056	35491.65367	0.796	0.391632	197.4	0.00195816

Módulo de elasticidad al 15 % 28 días Pífo $f'_c = 197.3 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

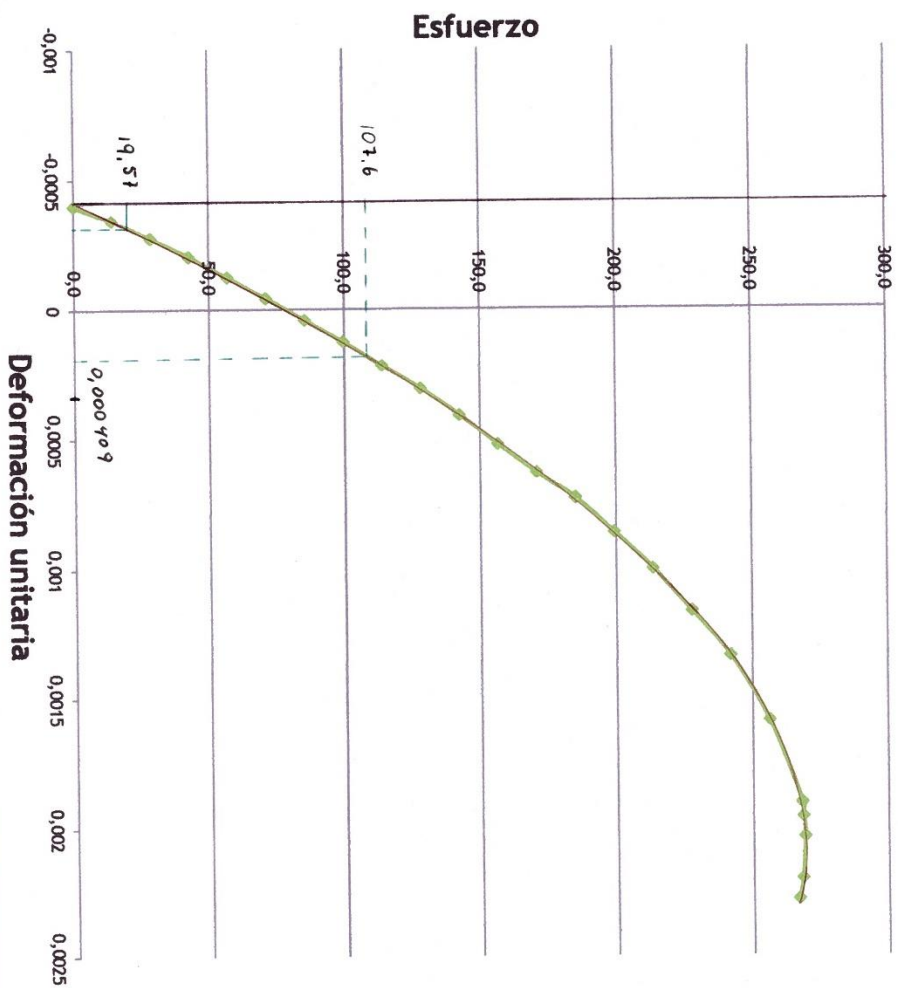
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 06-Nov-2017

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	179.08	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	472556	
r (cm)=	15		EG=	126	
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	269.0	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.023	0.011454183	14.2	0.00005727
50000	5098.555069	0.050	0.024900398	28.5	0.00012450
75000	7647.832604	0.079	0.039342629	42.7	0.00019671
100000	10197.11014	0.111	0.055278884	56.9	0.00027639
125000	12746.38767	0.143	0.071215139	71.2	0.00035608
150000	15295.66521	0.177	0.08814741	85.4	0.00044074
175000	17844.94274	0.211	0.105079681	99.6	0.00052540
200000	20394.22028	0.248	0.123505976	113.9	0.00061753
225000	22943.49781	0.284	0.141434263	128.1	0.00070717
250000	25492.77535	0.325	0.16185259	142.4	0.00080926
275000	28042.05288	0.370	0.184262948	156.6	0.00092131
300000	30591.33042	0.414	0.206175299	170.8	0.00103088
325000	33140.60795	0.453	0.22559761	185.1	0.00112799
350000	35689.88549	0.506	0.251992032	199.3	0.00125996
375000	38239.16302	0.562	0.279880478	213.5	0.00139940
400000	40788.44056	0.628	0.312749004	227.8	0.00156375
425000	43337.71809	0.698	0.347609562	242.0	0.00173805
450000	45886.99563	0.799	0.397908367	256.2	0.00198954
470959	48024.20794	0.925	0.460657371	268.2	0.00230329
471568	48086.30834	0.947	0.471613546	268.5	0.00235807
472556	48187.05579	0.978	0.487051793	269.1	0.00243526
470976	48025.94145	1.043	0.519422311	268.2	0.00259711
468696	47793.44734	1.075	0.535358566	266.9	0.00267679

Módulo de elasticidad al 15 % 28 dias Pífo $f_c=269.0 \text{ kg/cm}^2$



56 DIAS PIFO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

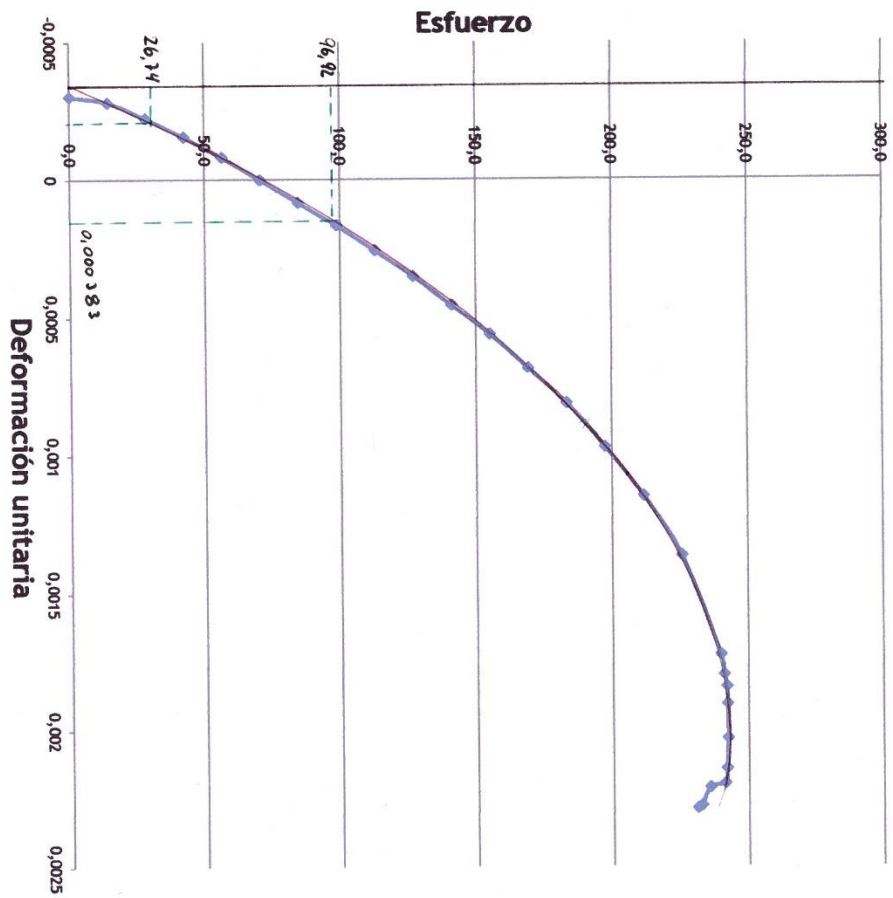
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 04-Dic-2017

MUESTRA					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	180.71	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	429451	
r (cm)=	15		EG=	125	
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2) 242.3	ER=	127	

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.008	0.004031746	14.1	0.00002016
50000	5098.555069	0.031	0.015623016	28.2	0.00007812
75000	7647.832604	0.058	0.029230159	42.3	0.00014615
100000	10197.11014	0.087	0.043845238	56.4	0.00021923
125000	12746.38767	0.119	0.059972222	70.5	0.00029986
150000	15295.66521	0.152	0.076603175	84.6	0.00038302
175000	17844.94274	0.185	0.093234127	98.8	0.00046617
200000	20394.22028	0.221	0.111376984	112.9	0.00055688
225000	22943.49781	0.258	0.13002381	127.0	0.00065012
250000	25492.77535	0.300	0.151190476	141.1	0.00075595
275000	28042.05288	0.341	0.171853175	155.2	0.00085927
300000	30591.33042	0.390	0.196547619	169.3	0.00098274
325000	33140.60795	0.441	0.22225	183.4	0.00111125
350000	35689.88549	0.504	0.254	197.5	0.00127000
375000	38239.16302	0.575	0.289781746	211.6	0.00144891
400000	40788.44056	0.661	0.333123016	225.7	0.00166562
425000	43337.71809	0.804	0.405190476	239.8	0.00202595
427238	43565.92942	0.834	0.420309524	241.1	0.00210155
428743	43719.39592	0.851	0.428876984	241.9	0.00214438
429225	43768.54599	0.876	0.44147619	242.2	0.00220738
429451	43791.59146	0.925	0.466170635	242.3	0.00233085
428650	43709.91261	0.969	0.488345238	241.9	0.00244173
427611	43603.96464	0.990	0.498928571	241.3	0.00249464
417765	42599.95717	0.996	0.501952381	235.7	0.00250976
412213	42033.81362	1.022	0.515055556	232.6	0.00257528
409609	41768.28087	1.026	0.517071429	231.1	0.00258536

Módulo de elasticidad normal 56 días Pífo $f'_c=242.3 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

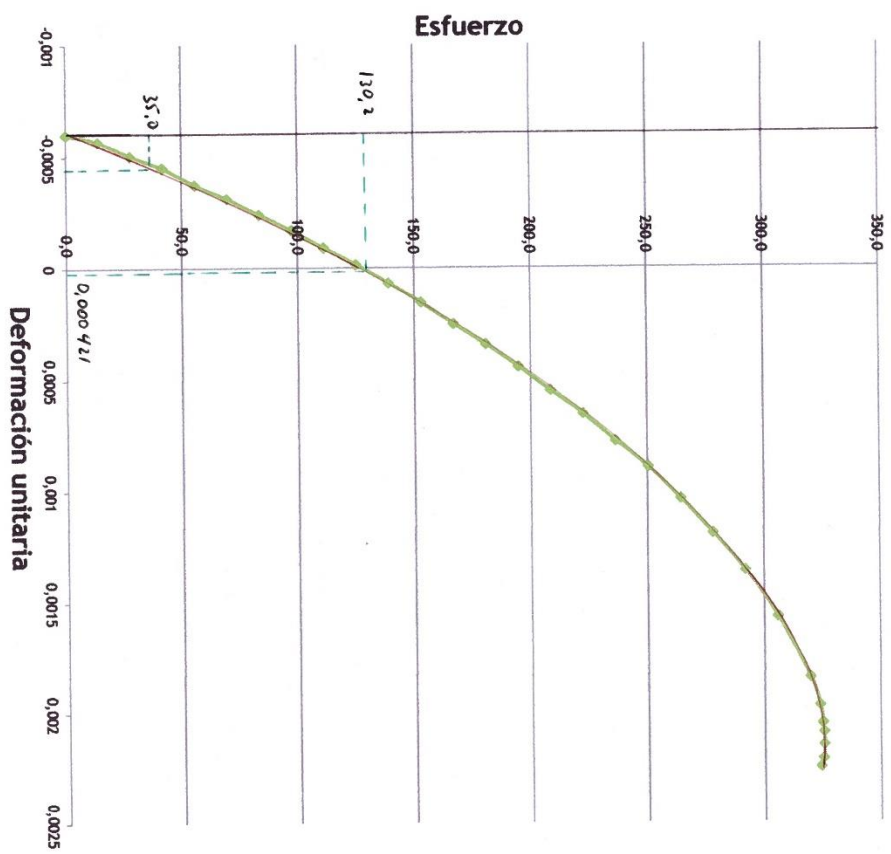
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 04-Dic-2017

MUESTRA					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	183.23
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	585158
r (cm)=	15			EG=	125
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	325.5	ER=	126

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.013	0.006525896	13.9	0.00003263
50000	5098.555069	0.038	0.019075697	27.8	0.00009538
75000	7647.832604	0.060	0.030119522	41.7	0.00015060
100000	10197.11014	0.090	0.045179283	55.7	0.00022590
125000	12746.38767	0.115	0.057729084	69.6	0.00028865
150000	15295.66521	0.143	0.071784861	83.5	0.00035892
175000	17844.94274	0.172	0.086342629	97.4	0.00043171
200000	20394.22028	0.203	0.101904382	111.3	0.00050952
225000	22943.49781	0.233	0.116964143	125.2	0.00058482
250000	25492.77535	0.266	0.13352988	139.1	0.00066765
275000	28042.05288	0.300	0.15059761	153.0	0.00075299
300000	30591.33042	0.339	0.170175299	167.0	0.00085088
325000	33140.60795	0.375	0.188247012	180.9	0.00094124
350000	35689.88549	0.415	0.208326693	194.8	0.00104163
375000	38239.16302	0.458	0.229912351	208.7	0.00114956
400000	40788.44056	0.500	0.250996016	222.6	0.00125498
425000	43337.71809	0.549	0.275593625	236.5	0.00137797
450000	45886.99563	0.595	0.298685259	250.4	0.00149343
475000	48436.27316	0.652	0.327298805	264.3	0.00163649
500000	50985.55069	0.714	0.358422311	278.3	0.00179211
525000	53534.82823	0.781	0.392055777	292.2	0.00196028
550000	56084.10576	0.864	0.433721116	306.1	0.00216861
575000	58633.3833	0.974	0.488940239	320.0	0.00244470
582085	59355.84855	1.024	0.514039841	323.9	0.00257020
584222	59573.7608	1.056	0.530103586	325.1	0.00265052
585057	59658.90667	1.072	0.538135458	325.6	0.00269068
585158	59669.20575	1.094	0.549179283	325.7	0.00274590
584676	59620.05568	1.119	0.561729084	325.4	0.00280865
582825	59431.30717	1.134	0.569258964	324.4	0.00284629
577826	58921.55363	1.138	0.571266932	321.6	0.00285633

Módulo de elasticidad normal 56 días Pífo $f'_c=325.5 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

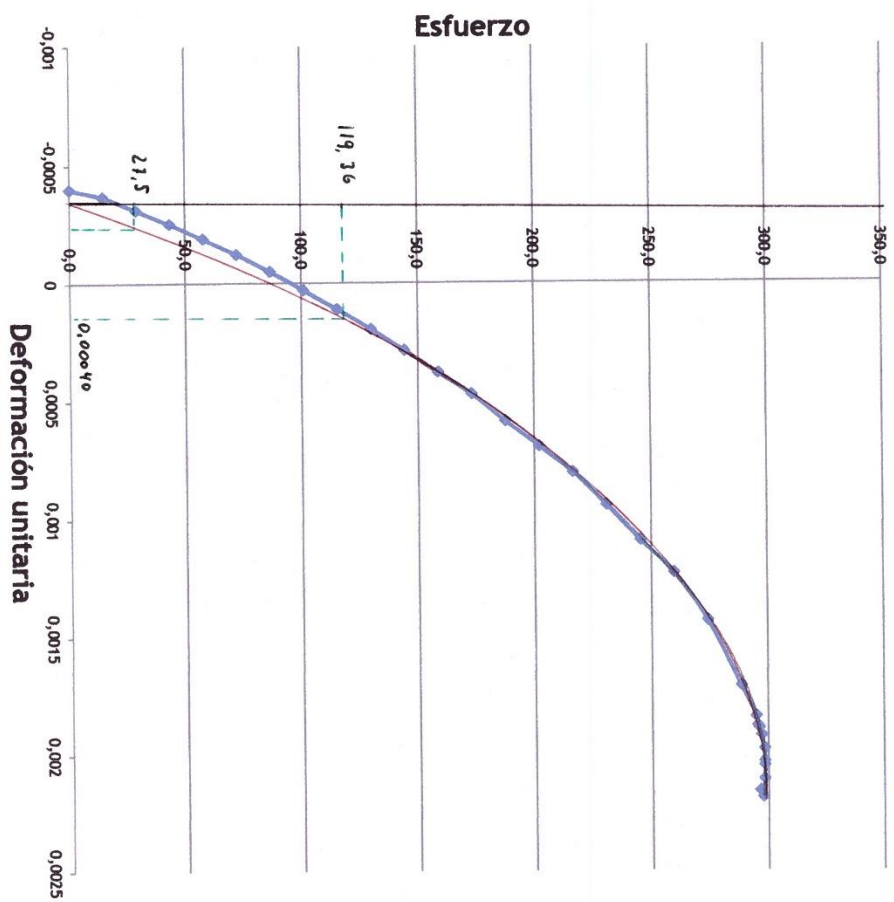
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 04-Dic-2017

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	176.63
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	517040
r (cm)=	15			EG=	127
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	298.4	ER=	123

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.013	0.006396	14.4	0.00003198
50000	5098.555069	0.036	0.017712	28.9	0.00008856
75000	7647.832604	0.060	0.02952	43.3	0.00014760
100000	10197.11014	0.086	0.042312	57.7	0.00021156
125000	12746.38767	0.113	0.055596	72.2	0.00027798
150000	15295.66521	0.142	0.069864	86.6	0.00034932
175000	17844.94274	0.174	0.085608	101.0	0.00042804
200000	20394.22028	0.207	0.101844	115.5	0.00050922
225000	22943.49781	0.241	0.118572	129.9	0.00059286
250000	25492.77535	0.278	0.136776	144.3	0.00068388
275000	28042.05288	0.316	0.155472	158.8	0.00077736
300000	30591.33042	0.354	0.174168	173.2	0.00087084
325000	33140.60795	0.400	0.1968	187.6	0.00098400
350000	35689.88549	0.443	0.217956	202.1	0.00108978
375000	38239.16302	0.488	0.240096	216.5	0.00120048
400000	40788.44056	0.545	0.26814	230.9	0.00134070
425000	43337.71809	0.606	0.298152	245.4	0.00149076
450000	45886.99563	0.662	0.325704	259.8	0.00162852
475000	48436.27316	0.745	0.36654	274.2	0.00183270
500000	50985.55069	0.858	0.422136	288.7	0.00211068
510748	52081.53609	0.911	0.448212	294.9	0.00224106
511920	52201.04622	0.927	0.456084	295.5	0.00228042
512900	52300.9779	0.931	0.458052	296.1	0.00229026
514500	52464.13167	0.944	0.464448	297.0	0.00232224
516708	52689.28386	0.967	0.475764	298.3	0.00237882
516848	52703.55981	0.988	0.486096	298.4	0.00243048
517040	52723.13826	0.995	0.48954	298.5	0.00244770
516910	52709.88202	1.019	0.501348	298.4	0.00250674
515798	52596.49015	1.050	0.5166	297.8	0.00258300
513528	52365.01575	1.039	0.511188	296.5	0.00255594

Módulo de elasticidad 5% 56 días Pífo $f'_c=298.4 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

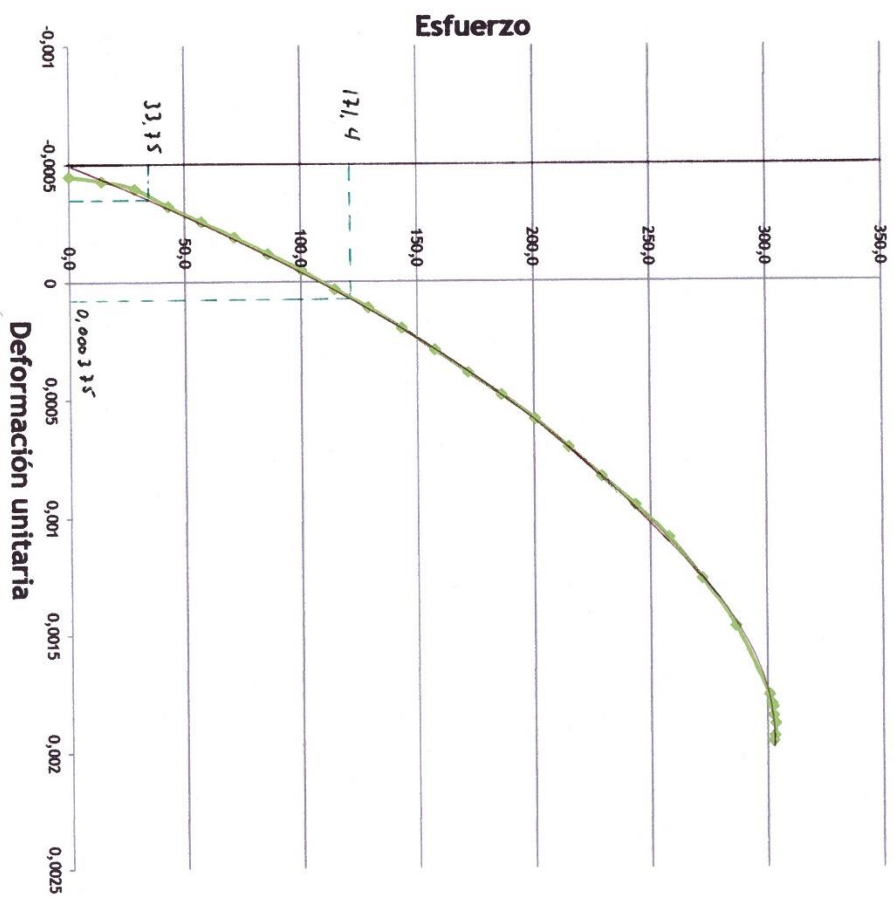
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 04-Dic-2017

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	177.87
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	529524
r (cm)=	15			EG=	125
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	303.5	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.008	0.004	14.3	0.00002000
50000	5098.555069	0.021	0.0105	28.7	0.00005250
75000	7647.832604	0.051	0.0255	43.0	0.00012750
100000	10197.11014	0.077	0.0385	57.3	0.00019250
125000	12746.38767	0.104	0.052	71.7	0.00026000
150000	15295.66521	0.132	0.066	86.0	0.00033000
175000	17844.94274	0.160	0.08	100.3	0.00040000
200000	20394.22028	0.193	0.0965	114.7	0.00048250
225000	22943.49781	0.224	0.112	129.0	0.00056000
250000	25492.77535	0.259	0.1295	143.3	0.00064750
275000	28042.05288	0.296	0.148	157.7	0.00074000
300000	30591.33042	0.335	0.1675	172.0	0.00083750
325000	33140.60795	0.373	0.1865	186.3	0.00093250
350000	35689.88549	0.414	0.207	200.7	0.00103500
375000	38239.16302	0.462	0.231	215.0	0.00115500
400000	40788.44056	0.511	0.2555	229.3	0.00127750
425000	43337.71809	0.560	0.28	243.6	0.00140000
450000	45886.99563	0.615	0.3075	258.0	0.00153750
475000	48436.27316	0.686	0.343	272.3	0.00171500
500000	50985.55069	0.767	0.3835	286.6	0.00191750
525000	53534.82823	0.885	0.4425	301.0	0.00221250
526762	53714.50131	0.899	0.4495	302.0	0.00224750
527659	53805.96939	0.905	0.4525	302.5	0.00226250
528082	53849.10316	0.920	0.46	302.7	0.00230000
529524	53996.14549	0.933	0.4665	303.6	0.00233250
528882	53930.68005	0.954	0.477	303.2	0.00238500
528144	53855.42537	0.963	0.4815	302.8	0.00240750

Módulo de elasticidad 5% 56 días Pífo $f'_c=303.5 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

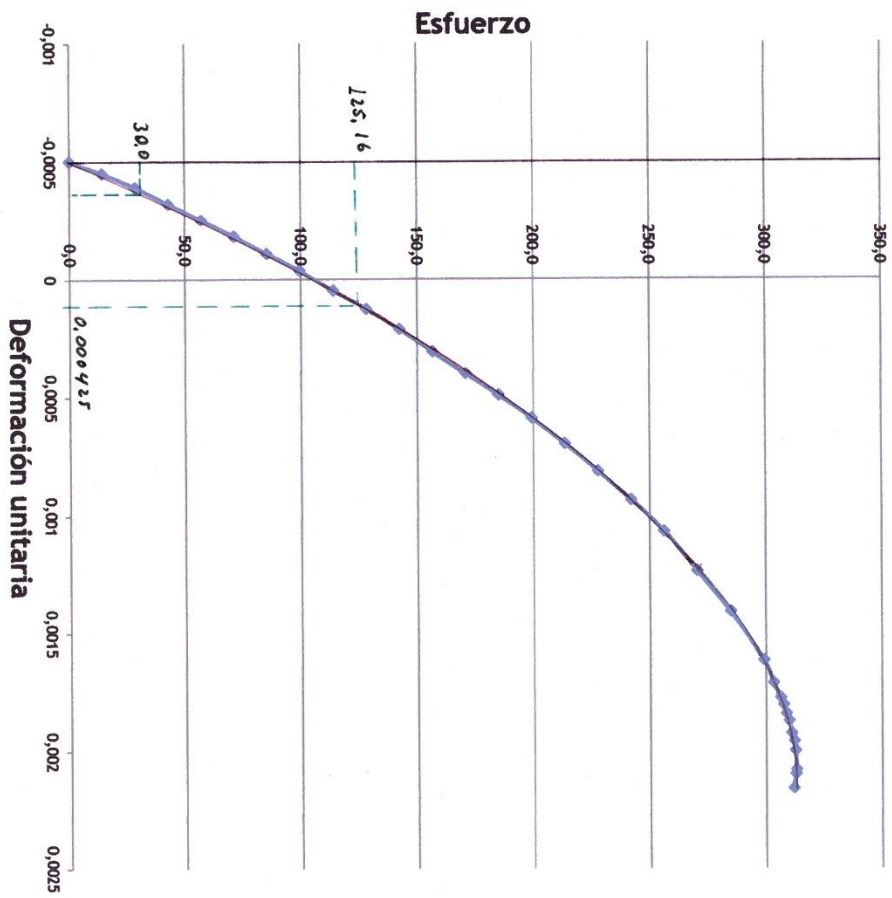
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 04-Dic-2017

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	179.07	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	549641	
r (cm)=	15		EG=	125	
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	312.9	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.020	0.010079365	14.2	0.00005040
50000	5098.555069	0.043	0.021670635	28.5	0.00010835
75000	7647.832604	0.071	0.035781746	42.7	0.00017891
100000	10197.11014	0.098	0.049388889	56.9	0.00024694
125000	12746.38767	0.126	0.0635	71.2	0.00031750
150000	15295.66521	0.155	0.078115079	85.4	0.00039058
175000	17844.94274	0.184	0.092730159	99.7	0.00046365
200000	20394.22028	0.217	0.109361111	113.9	0.00054681
225000	22943.49781	0.248	0.124984127	128.1	0.00062492
250000	25492.77535	0.282	0.142119048	142.4	0.00071060
275000	28042.05288	0.320	0.161269841	156.6	0.00080635
300000	30591.33042	0.357	0.179916667	170.8	0.00089958
325000	33140.60795	0.393	0.198059524	185.1	0.00099030
350000	35689.88549	0.432	0.217714286	199.3	0.00108857
375000	38239.16302	0.475	0.239384921	213.5	0.00119692
400000	40788.44056	0.521	0.26256746	227.8	0.00131284
425000	43337.71809	0.569	0.286757937	242.0	0.00143379
450000	45886.99563	0.622	0.313468254	256.3	0.00156734
475000	48436.27316	0.689	0.347234127	270.5	0.00173617
500000	50985.55069	0.758	0.382007937	284.7	0.00191004
525000	53534.82823	0.840	0.423333333	299.0	0.00211667
532438	54293.28928	0.879	0.442988095	303.2	0.00221494
537708	54830.67699	0.904	0.455587302	306.2	0.00227794
539962	55060.51985	0.916	0.461634921	307.5	0.00230817
542038	55272.21186	0.931	0.469194444	308.7	0.00234597
544238	55496.54828	0.943	0.475242063	309.9	0.00237621
545947	55670.81689	0.963	0.485321429	310.9	0.00242661
547973	55877.41034	0.976	0.491873016	312.0	0.00245937
548881	55970.0001	0.992	0.499936508	312.6	0.00249968
549641	56047.49814	1.024	0.516063492	313.0	0.00258032
549210	56003.54859	1.031	0.51959127	312.8	0.00259796
547590	55838.35541	1.055	0.531686508	311.8	0.00265843

Módulo de elasticidad 10% 56 días Pílo $f'_c=312.9 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

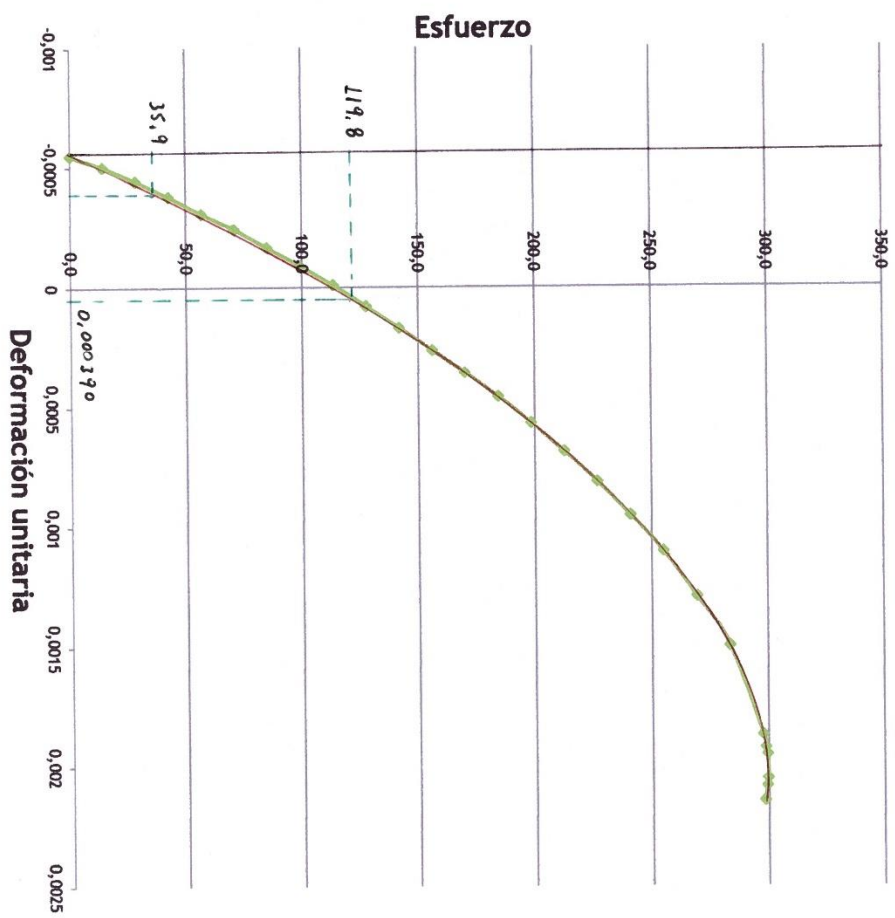
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 04-Dic-2017

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	179.79	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	528320	
r (cm)=	15		EG=	125	
PUH (ton/m3)	2.285	f _c max (Kg/cm2) 299.5	ER=	126	

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.019	0.009537849	14.2	0.00004769
50000	5098.555069	0.042	0.021083665	28.4	0.00010542
75000	7647.832604	0.068	0.034135458	42.5	0.00017068
100000	10197.11014	0.096	0.048191235	56.7	0.00024096
125000	12746.38767	0.122	0.061243028	70.9	0.00030622
150000	15295.66521	0.153	0.076804781	85.1	0.00038402
175000	17844.94274	0.183	0.091864542	99.3	0.00045932
200000	20394.22028	0.215	0.107928287	113.4	0.00053964
225000	22943.49781	0.250	0.125498008	127.6	0.00062749
250000	25492.77535	0.286	0.143569721	141.8	0.00071785
275000	28042.05288	0.323	0.162143426	156.0	0.00081072
300000	30591.33042	0.361	0.181219124	170.1	0.00090610
325000	33140.60795	0.401	0.201298805	184.3	0.00100649
350000	35689.88549	0.445	0.223386454	198.5	0.00111693
375000	38239.16302	0.492	0.24698008	212.7	0.00123490
400000	40788.44056	0.542	0.272079681	226.9	0.00136040
425000	43337.71809	0.598	0.300191235	241.0	0.00150096
450000	45886.99563	0.658	0.330310757	255.2	0.00165155
475000	48436.27316	0.732	0.367458167	269.4	0.00183729
500000	50985.55069	0.815	0.409123506	283.6	0.00204562
525000	53534.82823	0.964	0.483920319	297.8	0.00241960
526896	53728.16544	0.985	0.494462151	298.8	0.00247231
527990	53839.72182	0.997	0.500486056	299.5	0.00250243
528320	53873.37229	1.036	0.520063745	299.6	0.00260032
527799	53820.24534	1.049	0.526589641	299.3	0.00263295
526108	53647.81221	1.073	0.53863745	298.4	0.00269319

Módulo de elasticidad 10% 56 dias Pífo $f'_c=299.5 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

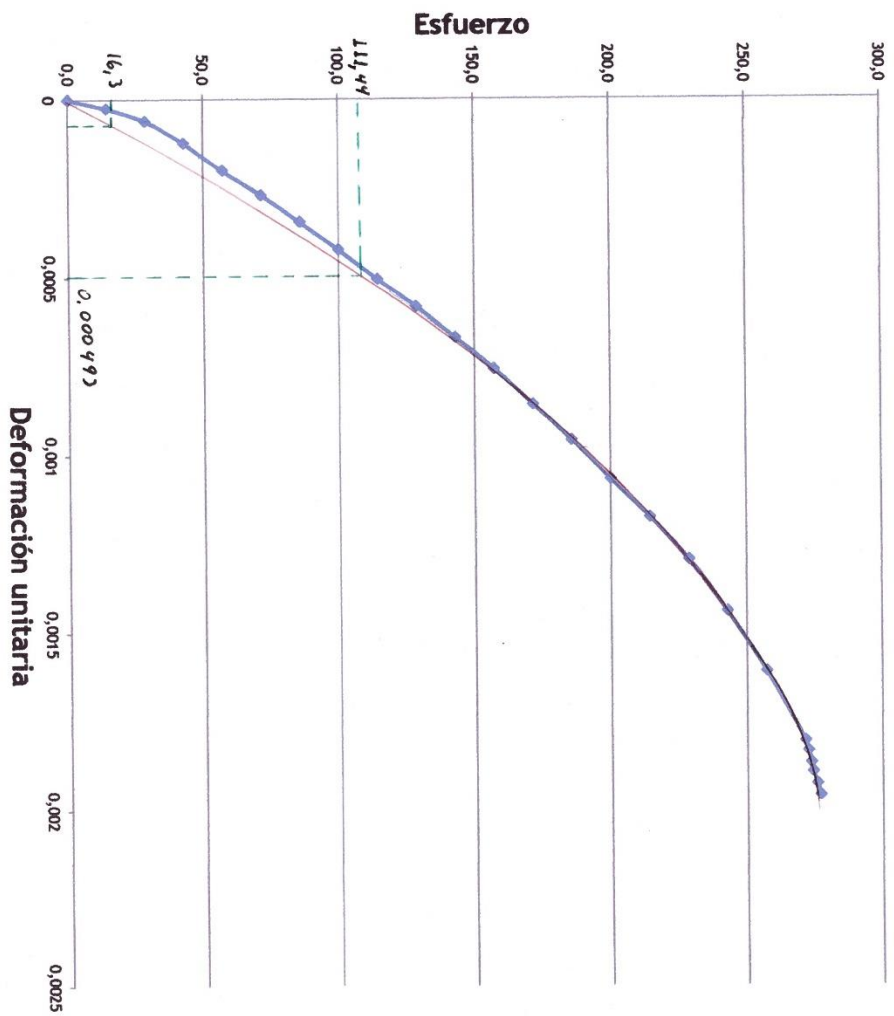
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 04-Dic-2017

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=		178.38
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=		487582
r (cm)=	15		EG=		123
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	278.6	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.010	0.00508	14.3	0.00002540
50000	5098.555069	0.024	0.012192	28.6	0.00006096
75000	7647.832604	0.049	0.024892	42.9	0.00012446
100000	10197.11014	0.079	0.040132	57.2	0.00020066
125000	12746.38767	0.106	0.053848	71.5	0.00026924
150000	15295.66521	0.135	0.06858	85.7	0.00034290
175000	17844.94274	0.166	0.084328	100.0	0.00042164
200000	20394.22028	0.199	0.101092	114.3	0.00050546
225000	22943.49781	0.230	0.11684	128.6	0.00058420
250000	25492.77535	0.264	0.134112	142.9	0.00067056
275000	28042.05288	0.299	0.151892	157.2	0.00075946
300000	30591.33042	0.338	0.171704	171.5	0.00085852
325000	33140.60795	0.378	0.192024	185.8	0.00096012
350000	35689.88549	0.421	0.213868	200.1	0.00106934
375000	38239.16302	0.463	0.235204	214.4	0.00117602
400000	40788.44056	0.510	0.25908	228.7	0.00129540
425000	43337.71809	0.568	0.288544	243.0	0.00144272
450000	45886.99563	0.634	0.322072	257.2	0.00161036
475000	48436.27316	0.712	0.361696	271.5	0.00180848
476782	48617.98566	0.723	0.367284	272.6	0.00183642
478782	48821.92787	0.736	0.373888	273.7	0.00186944
479687	48914.21171	0.746	0.378968	274.2	0.00189484
482617	49212.98704	0.759	0.385572	275.9	0.00192786
484560	49411.11689	0.772	0.392176	277.0	0.00196088
486718	49631.17053	0.784	0.398272	278.2	0.00199136
487582	49719.27356	0.792	0.402336	278.7	0.00201168

Módulo de elasticidad 15% 56 días Pífo $f'_c=278.6 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

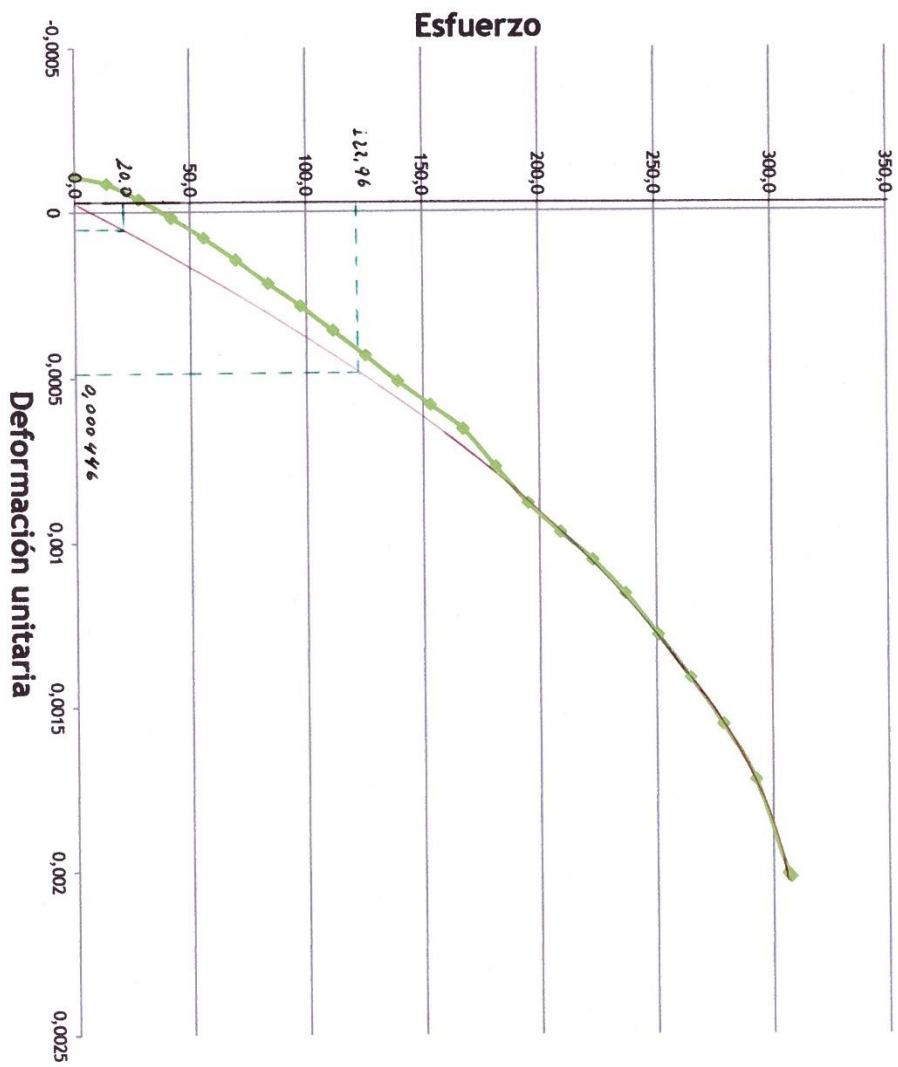
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 04-Dic-2017

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	183.01	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	551980	
r (cm)=	15		EG=	123	
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2) 307.4	ER=	127	

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.009	0.004572	13.9	0.0002286
50000	5098.555069	0.028	0.014224	27.9	0.0007112
75000	7647.832604	0.050	0.0254	41.8	0.00127
100000	10197.11014	0.074	0.037592	55.7	0.0018796
125000	12746.38767	0.100	0.0508	69.6	0.00254
150000	15295.66521	0.128	0.065024	83.6	0.0032512
175000	17844.94274	0.155	0.07874	97.5	0.003937
200000	20394.22028	0.184	0.093472	111.4	0.0046736
225000	22943.49781	0.214	0.108712	125.4	0.0054356
250000	25492.77535	0.245	0.12446	139.3	0.006223
275000	28042.05288	0.273	0.138684	153.2	0.0069342
300000	30591.33042	0.302	0.153416	167.2	0.0076708
325000	33140.60795	0.347	0.176276	181.1	0.0088138
350000	35689.88549	0.391	0.198628	195.0	0.0099314
375000	38239.16302	0.426	0.216408	208.9	0.0108204
400000	40788.44056	0.459	0.233172	222.9	0.0116586
425000	43337.71809	0.499	0.253492	236.8	0.0126746
450000	45886.99563	0.548	0.278384	250.7	0.0139192
475000	48436.27316	0.600	0.3048	264.7	0.01524
500000	50985.55069	0.656	0.333248	278.6	0.0166624
525000	53534.82823	0.723	0.367284	292.5	0.0183642
550000	56084.10576	0.835	0.42418	306.4	0.021209
551980	56286.00855	0.839	0.426212	307.6	0.0213106

Módulo de elasticidad 15% 56 días Pífo $f'_c=307.4 \text{ kg/cm}^2$



91 DIAS PIFO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

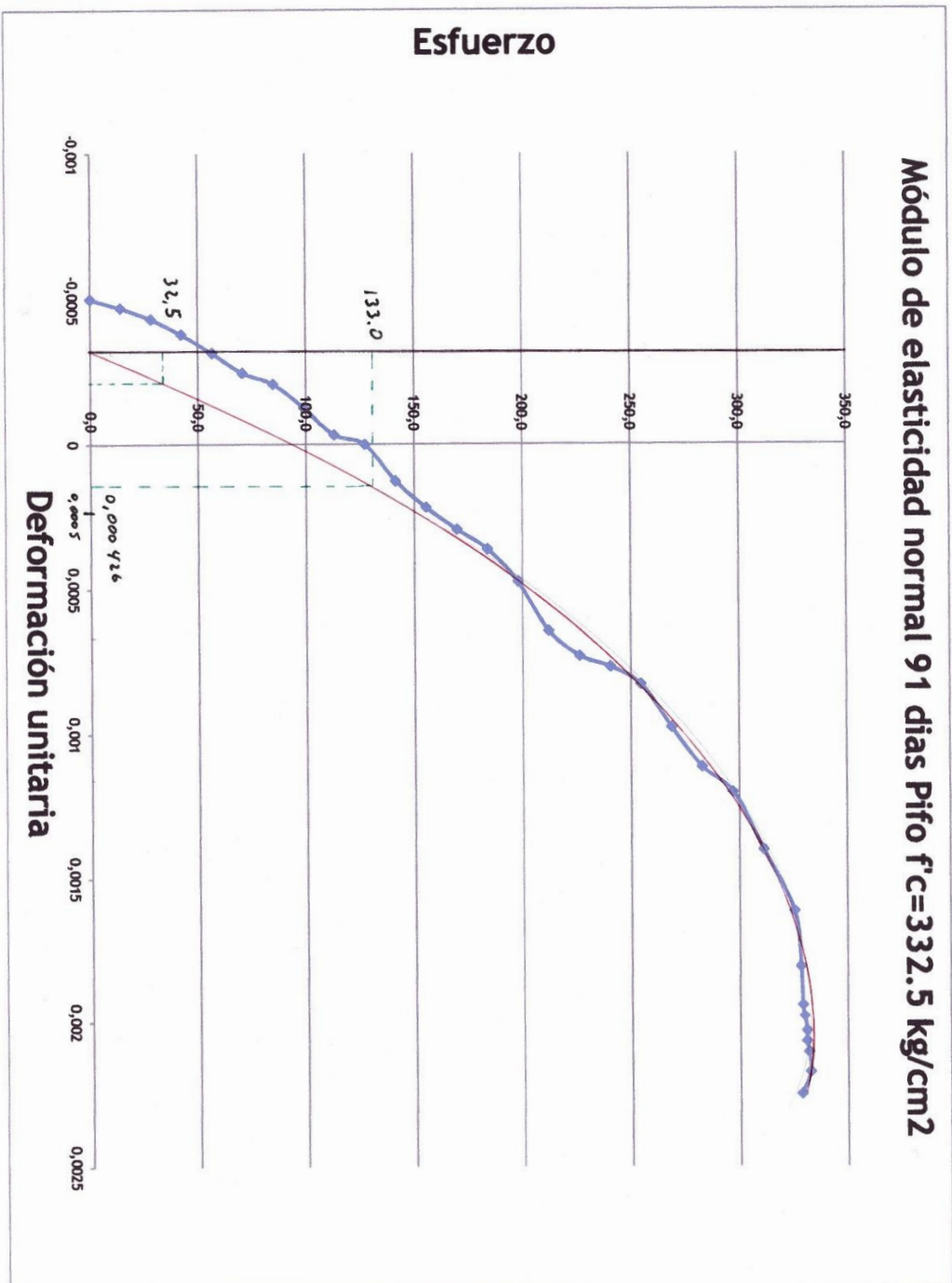
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Ene-2018

MUESTRA					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	180.15	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	587599	
r (cm)=	15		EG=	124	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2) 332.5	ER=	127	

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.012	0.006071713	14.2	0.00003036
50000	5098.55507	0.027	0.013661355	28.3	0.00006831
75000	7647.8326	0.048	0.024286853	42.5	0.00012143
100000	10197.1101	0.073	0.036936255	56.6	0.00018468
125000	12746.3877	0.100	0.05059761	70.8	0.00025299
150000	15295.6652	0.115	0.058187251	84.9	0.00029094
175000	17844.9427	0.147	0.074378486	99.1	0.00037189
200000	20394.2203	0.185	0.093605578	113.2	0.00046803
225000	22943.4978	0.198	0.100183267	127.4	0.00050092
250000	25492.7753	0.248	0.125482072	141.5	0.00062741
275000	28042.0529	0.284	0.143697211	155.7	0.00071849
300000	30591.3304	0.314	0.158876494	169.8	0.00079438
325000	33140.608	0.341	0.172537849	184.0	0.00086269
350000	35689.8855	0.386	0.195306773	198.1	0.00097653
375000	38239.163	0.452	0.228701195	212.3	0.00114351
400000	40788.4406	0.486	0.245904382	226.4	0.00122952
425000	43337.7181	0.501	0.253494024	240.6	0.00126747
450000	45886.9956	0.525	0.26563745	254.7	0.00132819
475000	48436.2732	0.584	0.29549004	268.9	0.00147745
500000	50985.5507	0.638	0.322812749	283.0	0.00161406
525000	53534.8282	0.673	0.340521912	297.2	0.00170261
550000	56084.1058	0.752	0.380494024	311.3	0.00190247
575000	58633.3833	0.836	0.422996016	325.5	0.00211498
580096	59153.028	0.912	0.461450199	328.4	0.00230725
581525	59298.7447	0.965	0.488266932	329.2	0.00244133
582998	59448.9482	0.981	0.49636255	330.0	0.00248181
584794	59632.0883	1.001	0.506482072	331.0	0.00253241
584799	59632.5981	1.015	0.513565737	331.0	0.00256783
586350	59790.7553	1.030	0.521155378	331.9	0.00260578
587599	59918.1172	1.058	0.535322709	332.6	0.00267661
580514	59195.652	1.088	0.550501992	328.6	0.00275251

Módulo de elasticidad normal 91 días Pífo $f'_c=332.5 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

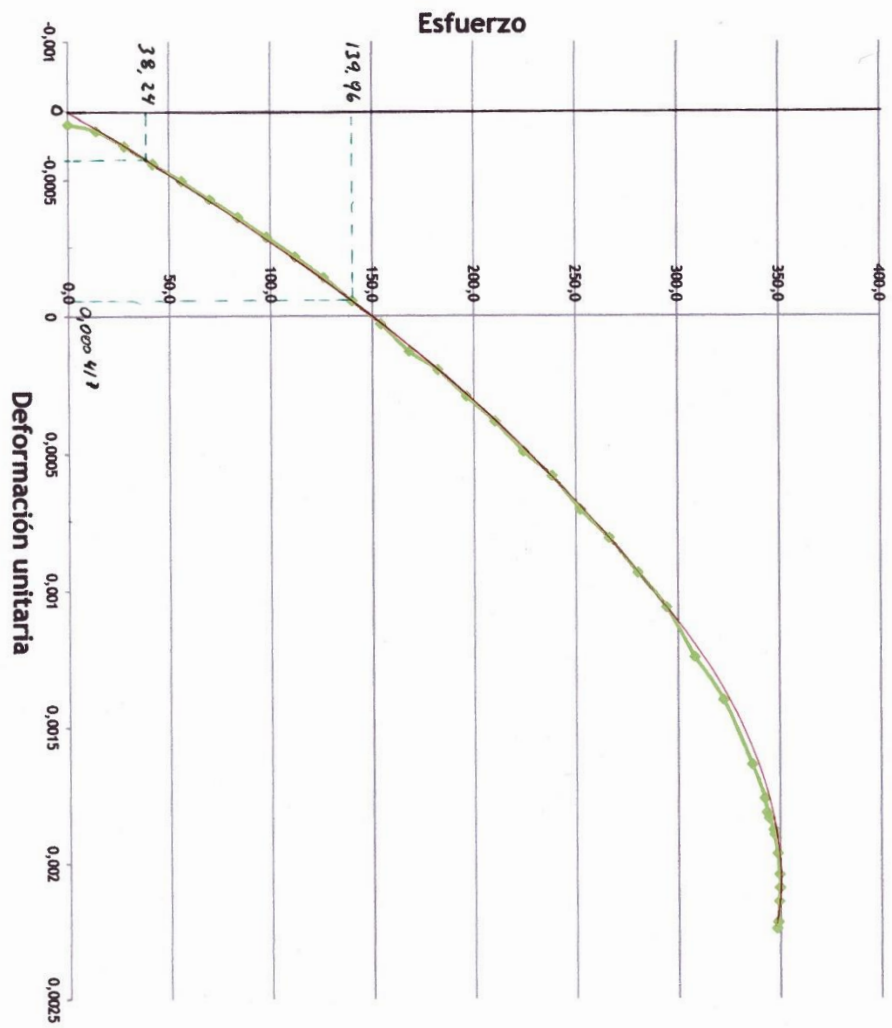
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Ene-2018

MUESTRA					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=		181.82
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=		624010
r (cm)=	15		EG=		123
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	349.9	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.010	0.005040323	14.0	0.00002520
50000	5098.55507	0.032	0.016129032	28.0	0.00008065
75000	7647.8326	0.057	0.028729839	42.1	0.00014365
100000	10197.1101	0.081	0.040826613	56.1	0.00020413
125000	12746.3877	0.108	0.054435484	70.1	0.00027218
150000	15295.6652	0.135	0.068044355	84.1	0.00034022
175000	17844.9427	0.163	0.082157258	98.1	0.00041079
200000	20394.2203	0.192	0.096774194	112.2	0.00048387
225000	22943.4978	0.222	0.111895161	126.2	0.00055948
250000	25492.7753	0.256	0.129032258	140.2	0.00064516
275000	28042.0529	0.289	0.145665323	154.2	0.00072833
300000	30591.3304	0.329	0.165826613	168.3	0.00082913
325000	33140.608	0.356	0.179435484	182.3	0.00089718
350000	35689.8855	0.394	0.19858871	196.3	0.00099294
375000	38239.163	0.430	0.216733871	210.3	0.00108367
400000	40788.4406	0.473	0.238407258	224.3	0.00119204
425000	43337.7181	0.508	0.256048387	238.4	0.00128024
450000	45886.9956	0.558	0.28125	252.4	0.00140625
475000	48436.2732	0.599	0.301915323	266.4	0.00150958
500000	50985.5507	0.649	0.327116935	280.4	0.00163558
525000	53534.8282	0.699	0.352318548	294.4	0.00176159
550000	56084.1058	0.772	0.389112903	308.5	0.00194556
575000	58633.3833	0.834	0.420362903	322.5	0.00210181
600000	61182.6608	0.928	0.467741935	336.5	0.00233871
611029	62307.3001	0.978	0.492943548	342.7	0.00246472
612886	62496.6604	0.998	0.503024194	343.7	0.00251512
614658	62677.3532	1.007	0.507560484	344.7	0.00253780
618764	63096.0466	1.023	0.515625	347.0	0.00257813
619335	63154.2721	1.030	0.519153226	347.4	0.00259577
621957	63421.6403	1.058	0.533266129	348.8	0.00266633
623605	63589.6887	1.088	0.548387097	349.7	0.00274194
624010	63630.987	1.108	0.558467742	350.0	0.00279234
623020	63530.0356	1.129	0.569052419	349.4	0.00284526
622297	63456.3105	1.159	0.584173387	349.0	0.00292087
621386	63363.4148	1.168	0.588709677	348.5	0.00294355

Módulo de elasticidad normal 91 días Pífo $f_c = 349.9 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

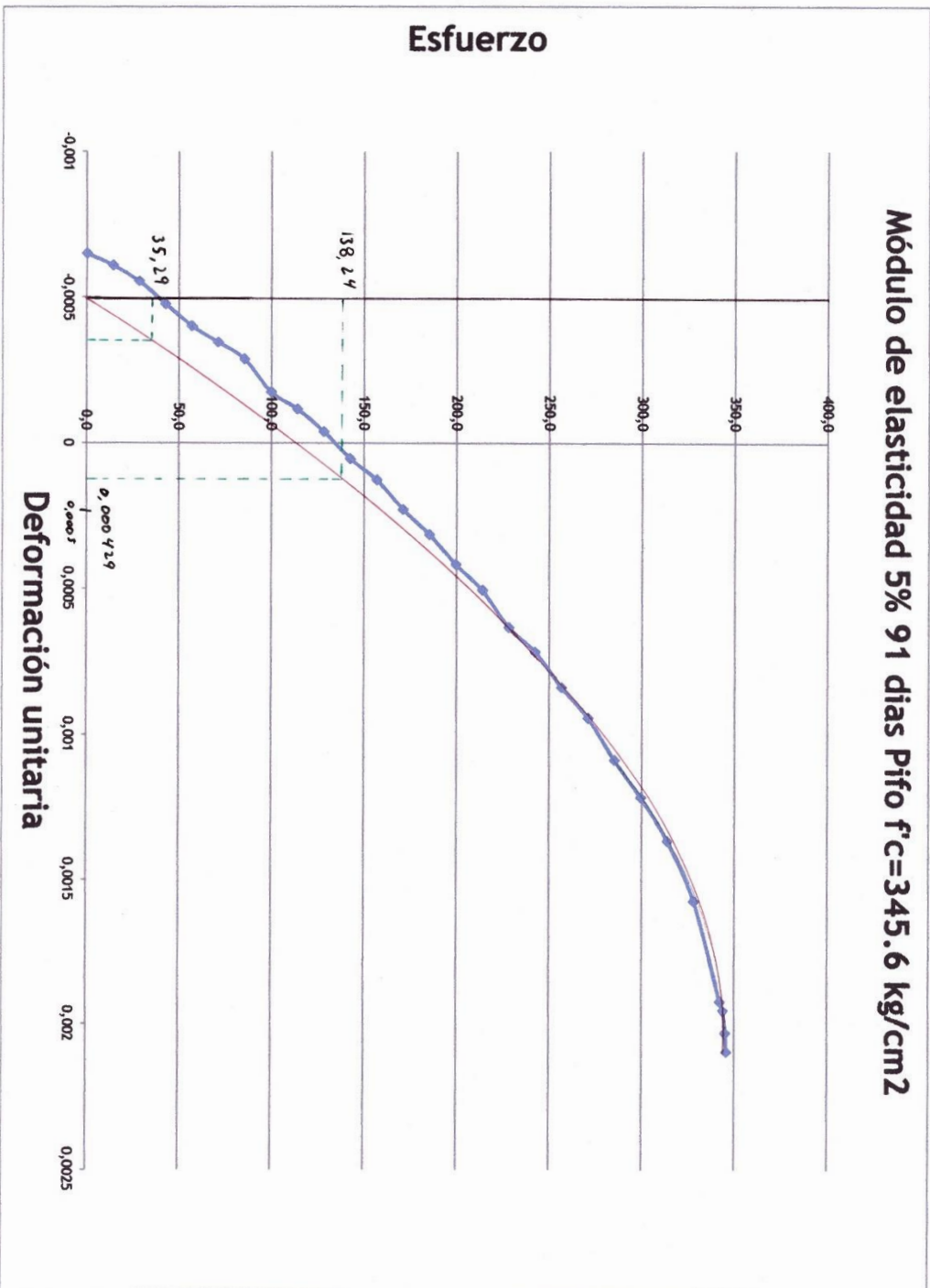
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Ene-2018

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	178.69	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	605870	
r (cm)=	15		EG=	123	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	345.6	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.016	0.008064516	14.3	0.00004032
50000	5098.55507	0.038	0.019153226	28.5	0.00009577
75000	7647.8326	0.069	0.034778226	42.8	0.00017389
100000	10197.1101	0.099	0.049899194	57.1	0.00024950
125000	12746.3877	0.121	0.060987903	71.3	0.00030494
150000	15295.6652	0.144	0.072580645	85.6	0.00036290
175000	17844.9427	0.188	0.094758065	99.9	0.00047379
200000	20394.2203	0.211	0.106350806	114.1	0.00053175
225000	22943.4978	0.242	0.121975806	128.4	0.00060988
250000	25492.7753	0.279	0.140625	142.7	0.00070313
275000	28042.0529	0.308	0.155241935	156.9	0.00077621
300000	30591.3304	0.348	0.175403226	171.2	0.00087702
325000	33140.608	0.382	0.192540323	185.5	0.00096270
350000	35689.8855	0.423	0.213205645	199.7	0.00106603
375000	38239.163	0.458	0.230846774	214.0	0.00115423
400000	40788.4406	0.508	0.256048387	228.3	0.00128024
425000	43337.7181	0.541	0.272681452	242.5	0.00136341
450000	45886.9956	0.589	0.296875	256.8	0.00148438
475000	48436.2732	0.631	0.318044355	271.1	0.00159022
500000	50985.5507	0.688	0.346774194	285.3	0.00173387
525000	53534.8282	0.740	0.372983871	299.6	0.00186492
550000	56084.1058	0.800	0.403225806	313.9	0.00201613
575000	58633.3833	0.881	0.444052419	328.1	0.00222026
600000	61182.6608	1.018	0.513104839	342.4	0.00256552
602857	61473.9923	1.032	0.52016129	344.0	0.00260081
605063	61698.9405	1.062	0.535282258	345.3	0.00267641
605870	61781.2312	1.088	0.548387097	345.8	0.00274194

Módulo de elasticidad 5% 91 días Pifo $f'c=345.6 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

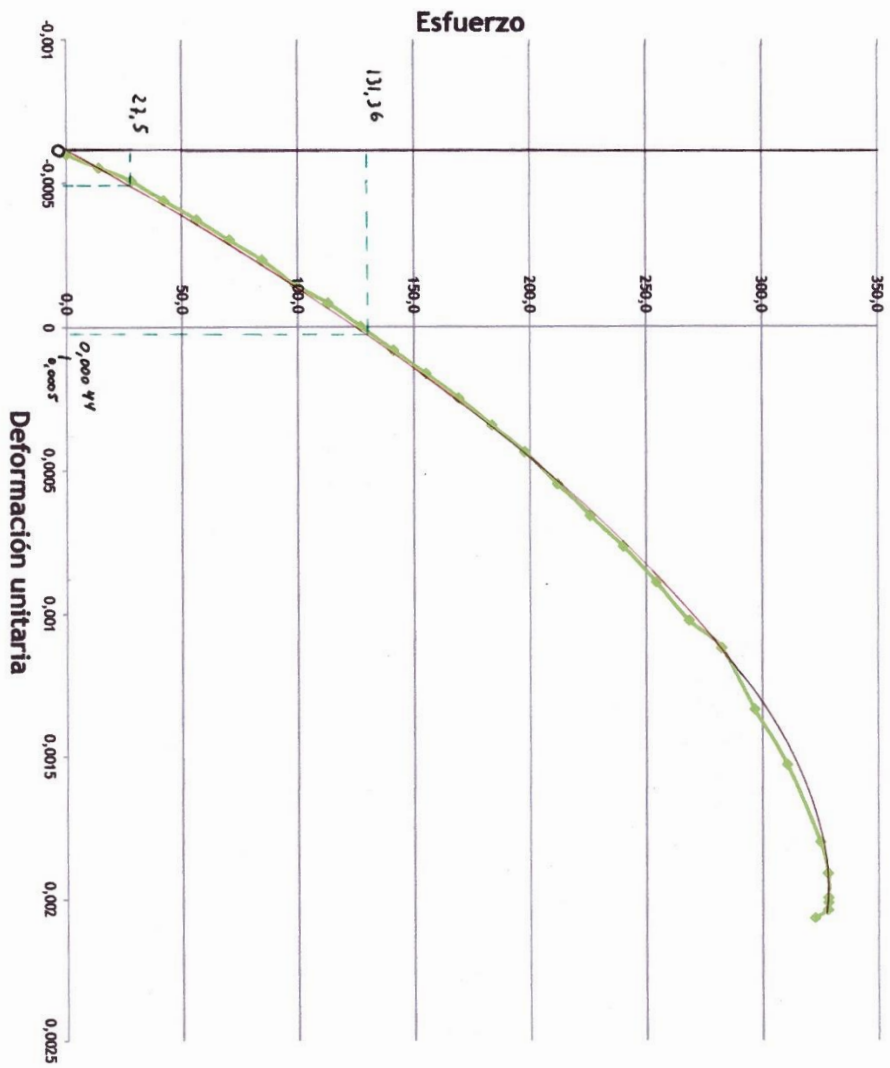
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Ene-2018

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=		180.42
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=		581236
r (cm)=	15		EG=		124
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	328.4	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION N DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.018	0.00910757	14.1	0.00004554
50000	5098.55507	0.036	0.018215139	28.3	0.00009108
75000	7647.8326	0.064	0.03238247	42.4	0.00016191
100000	10197.1101	0.090	0.045537849	56.5	0.00022769
125000	12746.3877	0.118	0.059705179	70.6	0.00029853
150000	15295.6652	0.145	0.073366534	84.8	0.00036683
175000	17844.9427	0.179	0.090569721	98.9	0.00045285
200000	20394.2203	0.204	0.103219124	113.0	0.00051610
225000	22943.4978	0.236	0.119410359	127.2	0.00059705
250000	25492.7753	0.270	0.136613546	141.3	0.00068307
275000	28042.0529	0.302	0.152804781	155.4	0.00076402
300000	30591.3304	0.336	0.170007968	169.6	0.00085004
325000	33140.608	0.373	0.188729084	183.7	0.00094365
350000	35689.8855	0.410	0.207450199	197.8	0.00103725
375000	38239.163	0.454	0.229713147	211.9	0.00114857
400000	40788.4406	0.498	0.251976096	226.1	0.00125988
425000	43337.7181	0.540	0.273227092	240.2	0.00136614
450000	45886.9956	0.589	0.29801992	254.3	0.00149010
475000	48436.2732	0.642	0.324836653	268.5	0.00162418
500000	50985.5507	0.680	0.344063745	282.6	0.00172032
525000	53534.8282	0.766	0.387577689	296.7	0.00193789
550000	56084.1058	0.842	0.426031873	310.9	0.00213016
575000	58633.3833	0.949	0.480171315	325.0	0.00240086
580632	59207.6845	0.992	0.501928287	328.2	0.00250964
581160	59261.5253	1.025	0.518625498	328.5	0.00259313
581236	59269.2751	1.032	0.522167331	328.5	0.00261084
580932	59238.2759	1.042	0.527227092	328.3	0.00263614
570992	58224.6831	1.054	0.533298805	322.7	0.00266649

Módulo de elasticidad 5% 91 días Pífo $f'_c=328.4 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

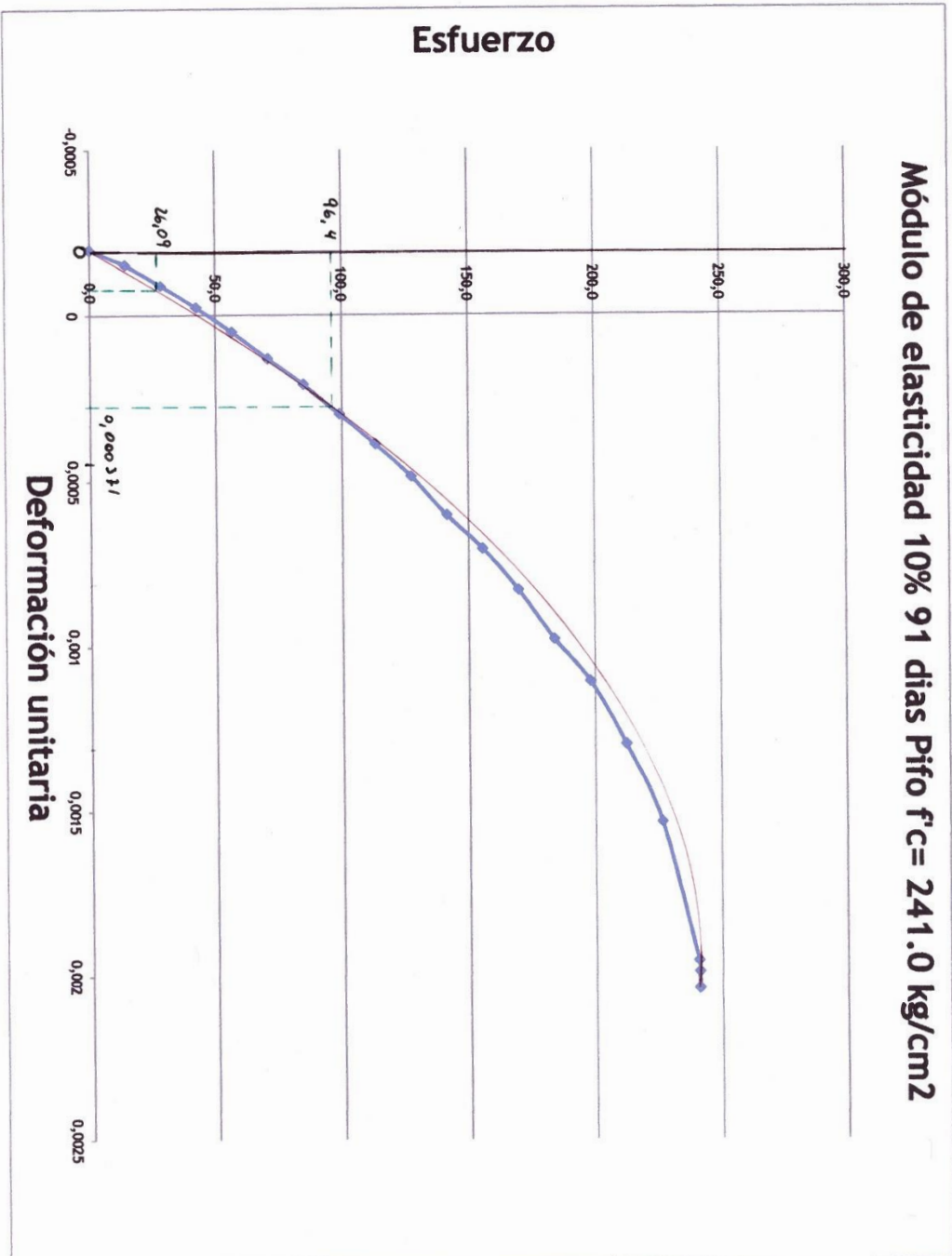
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 02-Ene-2018

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	180.10	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	425769	
r (cm)=	15		EG=	124	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2) 241.0	ER=	126	

CARGA APLICADA		DEFORMACIO N DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.018	0.009072	14.2	0.00004536
50000	5098.55507	0.043	0.021672	28.3	0.00010836
75000	7647.8326	0.070	0.03528	42.5	0.00017640
100000	10197.1101	0.099	0.049896	56.6	0.00024948
125000	12746.3877	0.131	0.066024	70.8	0.00033012
150000	15295.6652	0.162	0.081648	84.9	0.00040824
175000	17844.9427	0.197	0.099288	99.1	0.00049644
200000	20394.2203	0.233	0.117432	113.2	0.00058716
225000	22943.4978	0.272	0.137088	127.4	0.00068544
250000	25492.7753	0.319	0.160776	141.5	0.00080388
275000	28042.0529	0.359	0.180936	155.7	0.00090468
300000	30591.3304	0.409	0.206136	169.9	0.00103068
325000	33140.608	0.468	0.235872	184.0	0.00117936
350000	35689.8855	0.518	0.261072	198.2	0.00130536
375000	38239.163	0.594	0.299376	212.3	0.00149688
400000	40788.4406	0.688	0.346752	226.5	0.00173376
425000	43337.7181	0.855	0.43092	240.6	0.00215460
425565	43395.3318	0.868	0.437472	241.0	0.00218736
425769	43416.1339	0.888	0.447552	241.1	0.00223776

Módulo de elasticidad 10% 91 dias Pifo $f'_c = 241.0 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

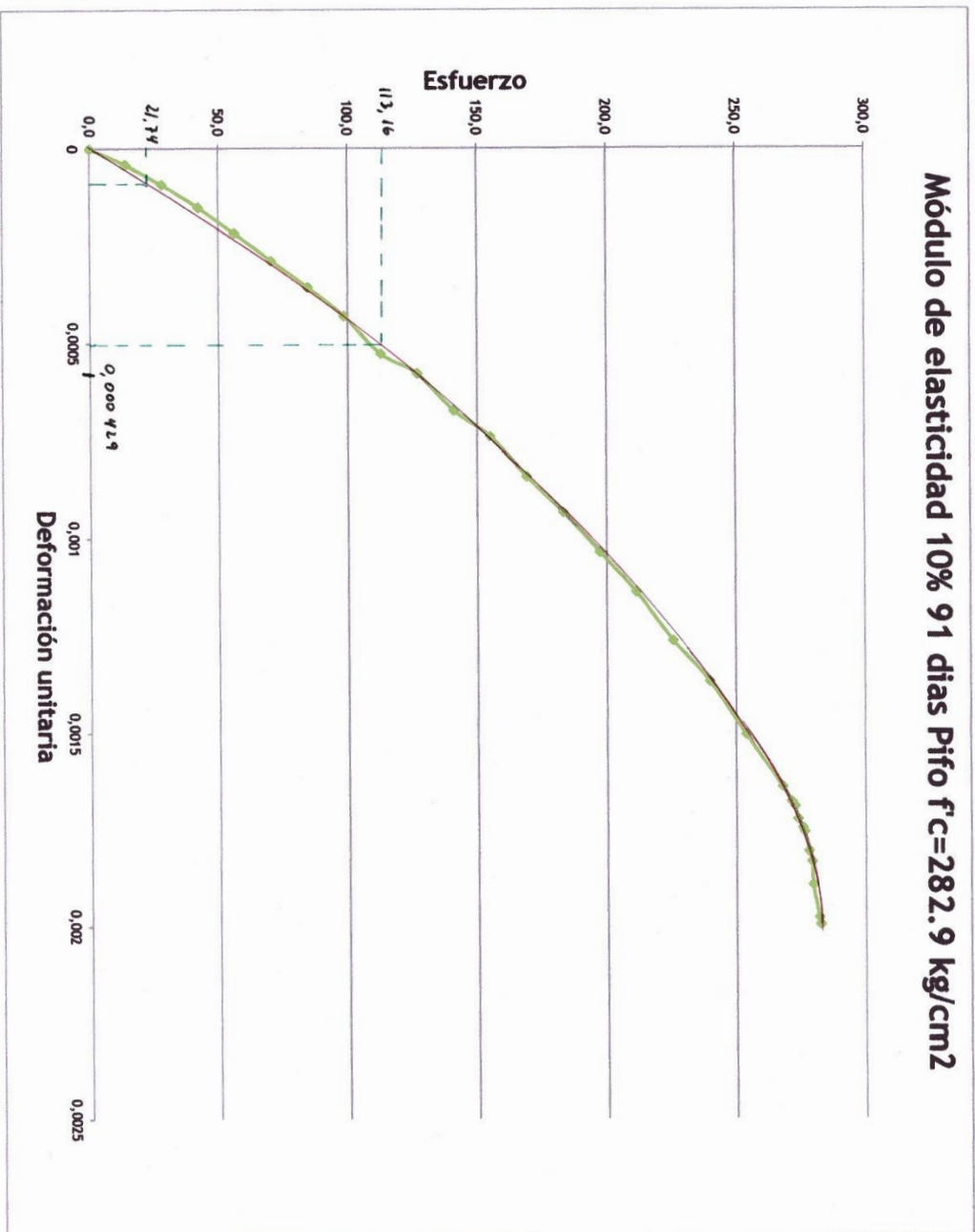
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 02-Ene-2018

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=		180.74
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=		501562
r (cm)=	15		EG=		123
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	282.9	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.016	0.008128	14.1	0.00004064
50000	5098.55507	0.036	0.018288	28.2	0.00009144
75000	7647.8326	0.059	0.029972	42.3	0.00014986
100000	10197.1101	0.085	0.04318	56.4	0.00021590
125000	12746.3877	0.113	0.057404	70.5	0.00028702
150000	15295.6652	0.140	0.07112	84.6	0.00035560
175000	17844.9427	0.170	0.08636	98.7	0.00043180
200000	20394.2203	0.208	0.105664	112.8	0.00052832
225000	22943.4978	0.228	0.115824	126.9	0.00057912
250000	25492.7753	0.265	0.13462	141.0	0.00067310
275000	28042.0529	0.291	0.147828	155.1	0.00073914
300000	30591.3304	0.332	0.168656	169.3	0.00084328
325000	33140.608	0.368	0.186944	183.4	0.00093472
350000	35689.8855	0.408	0.207264	197.5	0.00103632
375000	38239.163	0.449	0.228092	211.6	0.00114046
400000	40788.4406	0.498	0.252984	225.7	0.00126492
425000	43337.7181	0.539	0.273812	239.8	0.00136906
450000	45886.9956	0.593	0.301244	253.9	0.00150622
475000	48436.2732	0.646	0.328168	268.0	0.00164084
481054	49053.6062	0.661	0.335788	271.4	0.00167894
483262	49278.7584	0.666	0.338328	272.6	0.00169164
485388	49495.549	0.679	0.344932	273.8	0.00172466
488625	49825.6294	0.688	0.349504	275.7	0.00174752
489723	49937.5937	0.692	0.351536	276.3	0.00175768
492829	50254.3159	0.712	0.361696	278.0	0.00180848
494858	50461.2153	0.723	0.367284	279.2	0.00183642
495681	50545.1375	0.746	0.378968	279.7	0.00189484
499778	50962.9131	0.779	0.395732	282.0	0.00197866
500700	51056.9305	0.786	0.399288	282.5	0.00199644
501562	51144.8296	0.805	0.40894	283.0	0.00204470

Módulo de elasticidad 10% 91 días Pífo $f'_c=282.9 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

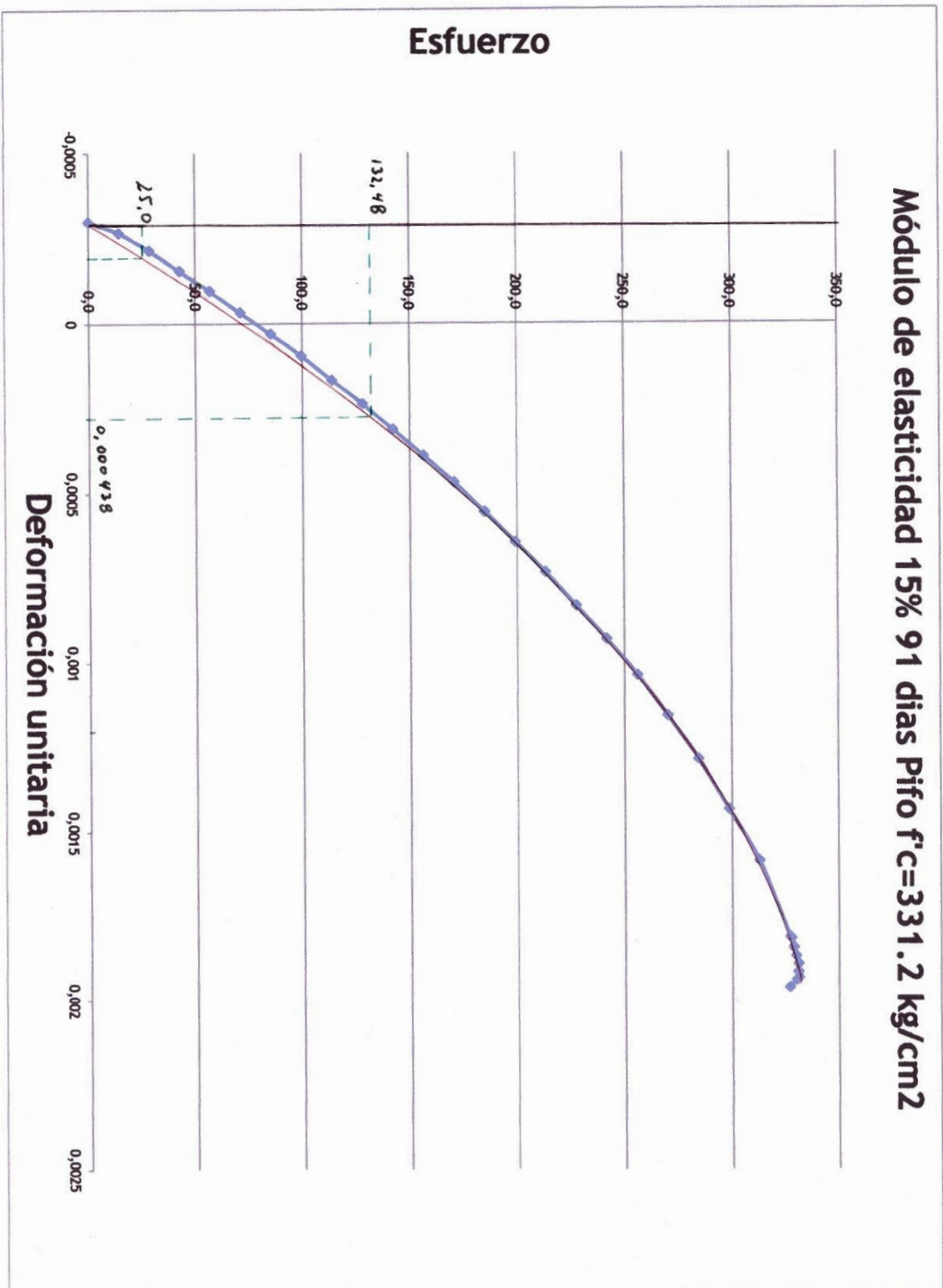
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Ene-2018

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=		179.19
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=		582113
r (cm)=	15		EG=		125
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	331.2	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.013	0.006551587	14.2	0.00003276
50000	5098.55507	0.033	0.016630952	28.5	0.00008315
75000	7647.8326	0.057	0.02872619	42.7	0.00014363
100000	10197.1101	0.081	0.040821429	56.9	0.00020411
125000	12746.3877	0.106	0.053420635	71.1	0.00026710
150000	15295.6652	0.131	0.066019841	85.4	0.00033010
175000	17844.9427	0.157	0.079123016	99.6	0.00039562
200000	20394.2203	0.185	0.093234127	113.8	0.00046617
225000	22943.4978	0.213	0.107345238	128.0	0.00053673
250000	25492.7753	0.243	0.122464286	142.3	0.00061232
275000	28042.0529	0.274	0.138087302	156.5	0.00069044
300000	30591.3304	0.305	0.153710317	170.7	0.00076855
325000	33140.608	0.339	0.170845238	185.0	0.00085423
350000	35689.8855	0.374	0.188484127	199.2	0.00094242
375000	38239.163	0.410	0.206626984	213.4	0.00103313
400000	40788.4406	0.449	0.226281746	227.6	0.00113141
425000	43337.7181	0.488	0.245936508	241.9	0.00122968
450000	45886.9956	0.530	0.267103175	256.1	0.00133552
475000	48436.2732	0.578	0.291293651	270.3	0.00145647
500000	50985.5507	0.628	0.316492063	284.5	0.00158246
525000	53534.8282	0.688	0.346730159	298.8	0.00173365
550000	56084.1058	0.748	0.376968254	313.0	0.00188484
575000	58633.3833	0.838	0.422325397	327.2	0.00211163
576028	58738.2096	0.839	0.422829365	327.8	0.00211415
577746	58913.3959	0.850	0.428373016	328.8	0.00214187
579528	59095.1084	0.860	0.433412698	329.8	0.00216706
581599	59306.2906	0.869	0.437948413	331.0	0.00218974
581692	59315.7739	0.879	0.442988095	331.0	0.00221494
582113	59358.7037	0.886	0.446515873	331.3	0.00223258
580186	59162.2054	0.888	0.44752381	330.2	0.00223762
574464	58578.7268	0.897	0.452059524	326.9	0.00226030

Módulo de elasticidad 15% 91 días Pífo $f'_c=331.2 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

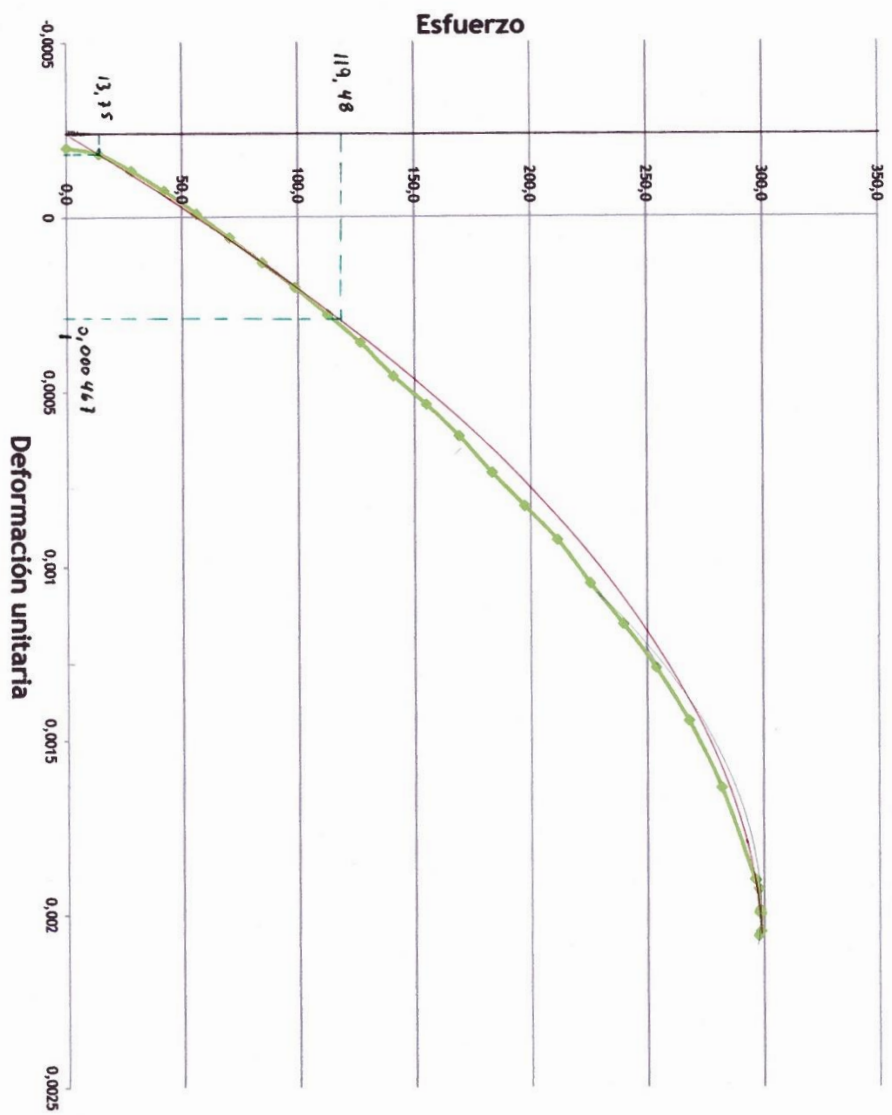
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Ene-2018

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	180.74	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	529706	
r (cm)=	15		EG=	121	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2) 298.7	ER=	124	

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.007	0.003542857	14.1	0.00001771
50000	5098.55507	0.026	0.013159184	28.2	0.00006580
75000	7647.8326	0.049	0.0248	42.3	0.00012400
100000	10197.1101	0.075	0.037959184	56.4	0.00018980
125000	12746.3877	0.102	0.05162449	70.5	0.00025812
150000	15295.6652	0.130	0.065795918	84.6	0.00032898
175000	17844.9427	0.158	0.079967347	98.7	0.00039984
200000	20394.2203	0.189	0.095657143	112.8	0.00047829
225000	22943.4978	0.221	0.111853061	126.9	0.00055927
250000	25492.7753	0.259	0.131085714	141.0	0.00065543
275000	28042.0529	0.291	0.147281633	155.1	0.00073641
300000	30591.3304	0.327	0.165502041	169.3	0.00082751
325000	33140.608	0.368	0.186253061	183.4	0.00093127
350000	35689.8855	0.406	0.205485714	197.5	0.00102743
375000	38239.163	0.444	0.224718367	211.6	0.00112359
400000	40788.4406	0.493	0.249518367	225.7	0.00124759
425000	43337.7181	0.539	0.27280	239.8	0.00136400
450000	45886.9956	0.589	0.298106122	253.9	0.00149053
475000	48436.2732	0.650	0.328979592	268.0	0.00164490
500000	50985.5507	0.726	0.367444898	282.1	0.00183722
525000	53534.8282	0.829	0.41957551	296.2	0.00209788
526094	53646.3846	0.830	0.420081633	296.8	0.00210041
527989	53839.6199	0.840	0.425142857	297.9	0.00212571
528334	53874.7999	0.867	0.438808163	298.1	0.00219404
529060	53948.8309	0.864	0.437289796	298.5	0.00218645
529706	54014.7042	0.868	0.439314286	298.8	0.00219657
529646	54008.586	0.889	0.449942857	298.8	0.00224971
528089	53849.817	0.894	0.452473469	297.9	0.00226237

Módulo de elasticidad 15% 91 días Pífo $f'_c = 298.7 \text{ kg/cm}^2$



126 días pifo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

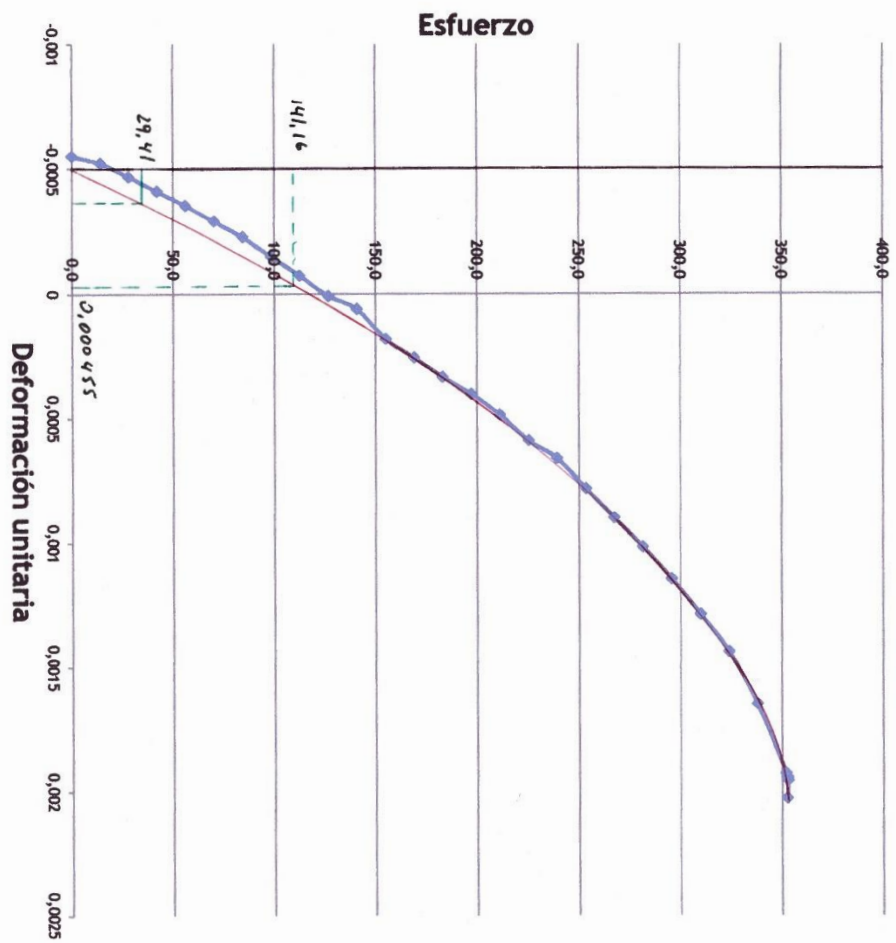
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 02-Feb-2018

MUESTRA					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	181.04	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	626674	
r (cm)=	15		EG=	121	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	ER=	124	
		352.9			

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.011	0.005567347	14.1	0.00002784
50000	5098.55507	0.032	0.016195918	28.2	0.00008098
75000	7647.8326	0.055	0.027836735	42.2	0.00013918
100000	10197.1101	0.078	0.039477551	56.3	0.00019739
125000	12746.3877	0.103	0.052130612	70.4	0.00026065
150000	15295.6652	0.128	0.064783673	84.5	0.00032392
175000	17844.9427	0.158	0.079967347	98.6	0.00039984
200000	20394.2203	0.188	0.09515102	112.6	0.00047576
225000	22943.4978	0.220	0.111346939	126.7	0.00055673
250000	25492.7753	0.241	0.12197551	140.8	0.00060988
275000	28042.0529	0.288	0.145763265	154.9	0.00072882
300000	30591.3304	0.318	0.160946939	169.0	0.00080473
325000	33140.608	0.349	0.176636735	183.1	0.00088318
350000	35689.8855	0.376	0.190302041	197.1	0.00095151
375000	38239.163	0.409	0.207004082	211.2	0.00103502
400000	40788.4406	0.450	0.227755102	225.3	0.00113878
425000	43337.7181	0.478	0.241926531	239.4	0.00120963
450000	45886.9956	0.526	0.266220408	253.5	0.00133110
475000	48436.2732	0.572	0.289502041	267.5	0.00144751
500000	50985.5507	0.618	0.312783673	281.6	0.00156392
525000	53534.8282	0.668	0.338089796	295.7	0.00169045
550000	56084.1058	0.724	0.366432653	309.8	0.00183216
575000	58633.3833	0.784	0.3968	323.9	0.00198400
600000	61182.6608	0.868	0.439314286	337.9	0.00219657
625000	63731.9384	0.978	0.494987755	352.0	0.00247494
626395	63874.1881	0.984	0.49802449	352.8	0.00249012
626674	63902.638	0.989	0.500555102	353.0	0.00250278
625984	63832.2779	1.017	0.514726531	352.6	0.00257363

Módulo de elasticidad normal 126 días Pífo $f'_c=352.9 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

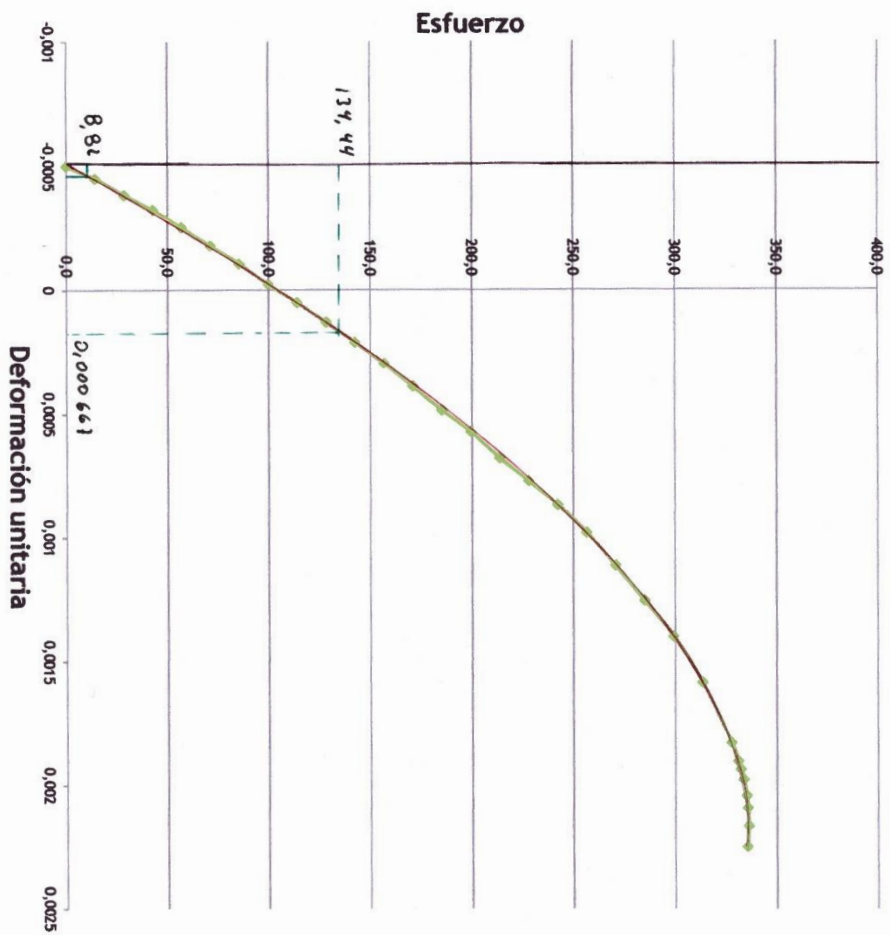
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Feb-2018

MUESTRA					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	178.85	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	589624	
r (cm)=	15		EG=	125	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2) 336.1	ER=	127	

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.02	0.010079365	14.3	0.00005040
50000	5098.55507	0.046	0.02318254	28.5	0.00011591
75000	7647.8326	0.070	0.035277778	42.8	0.00017639
100000	10197.1101	0.099	0.049892857	57.0	0.00024946
125000	12746.3877	0.128	0.064507937	71.3	0.00032254
150000	15295.6652	0.157	0.079123016	85.5	0.00039562
175000	17844.9427	0.189	0.09525	99.8	0.00047625
200000	20394.2203	0.218	0.109865079	114.0	0.00054933
225000	22943.4978	0.249	0.125488095	128.3	0.00062744
250000	25492.7753	0.281	0.141615079	142.5	0.00070808
275000	28042.0529	0.315	0.15875	156.8	0.00079375
300000	30591.3304	0.352	0.177396825	171.0	0.00088698
325000	33140.608	0.390	0.196547619	185.3	0.00098274
350000	35689.8855	0.425	0.214186508	199.5	0.00107093
375000	38239.163	0.467	0.235353175	213.8	0.00117677
400000	40788.4406	0.504	0.254	228.1	0.00127000
425000	43337.7181	0.542	0.273150794	242.3	0.00136575
450000	45886.9956	0.587	0.295829365	256.6	0.00147915
475000	48436.2732	0.639	0.322035714	270.8	0.00161018
500000	50985.5507	0.695	0.350257937	285.1	0.00175129
525000	53534.8282	0.753	0.379488095	299.3	0.00189744
550000	56084.1058	0.827	0.416781746	313.6	0.00208391
575000	58633.3833	0.924	0.465666667	327.8	0.00232833
580598	59204.2175	0.954	0.480785714	331.0	0.00240393
583091	59458.4315	0.967	0.487337302	332.4	0.00243669
585445	59698.4715	0.983	0.495400794	333.8	0.00247700
587914	59950.2381	1.009	0.508503968	335.2	0.00254252
588959	60056.7979	1.029	0.518583333	335.8	0.00259292
589624	60124.6087	1.058	0.533198413	336.2	0.00266599
588778	60038.3411	1.091	0.549829365	335.7	0.00274915

Módulo de elasticidad normal 126 días Pífo $f_c=336.1 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

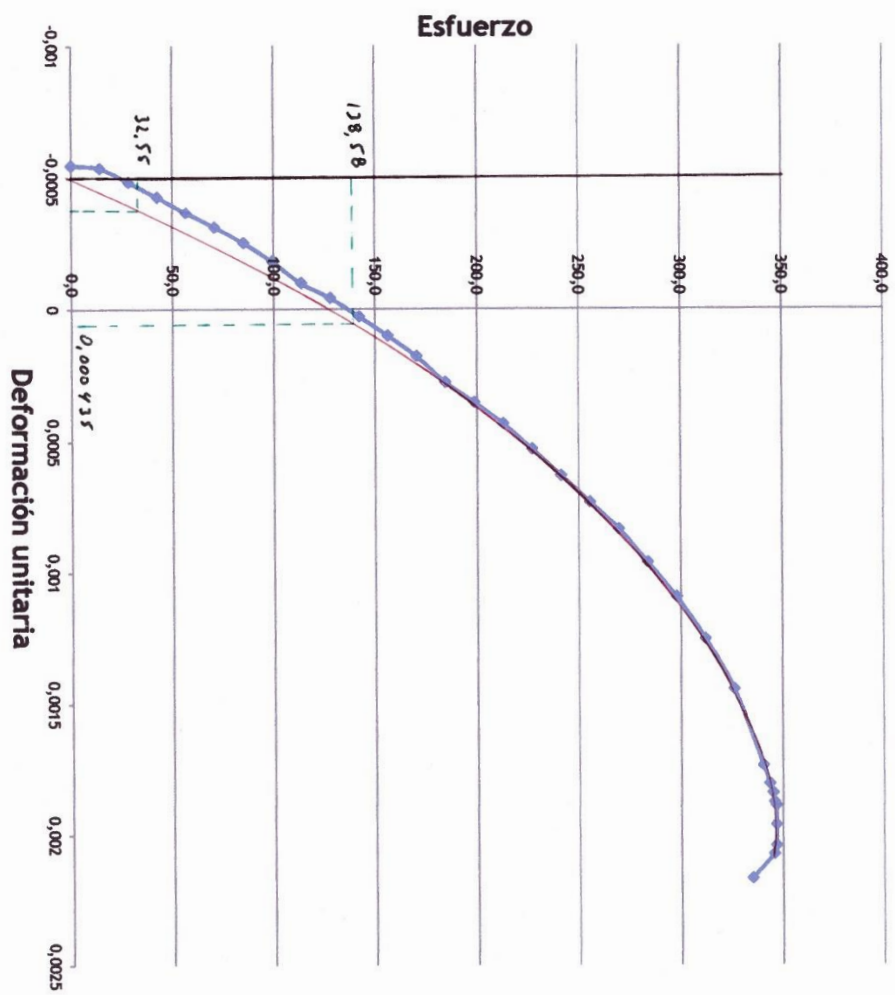
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Feb-2018

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	179.66	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	611124	
r (cm)=	15		EG=	125	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2) 346.7	ER=	127	

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.004	0.002015873	14.2	0.00001008
50000	5098.55507	0.025	0.012599206	28.4	0.00006300
75000	7647.8326	0.048	0.024190476	42.6	0.00012095
100000	10197.1101	0.072	0.036285714	56.8	0.00018143
125000	12746.3877	0.094	0.047373016	70.9	0.00023687
150000	15295.6652	0.118	0.059468254	85.1	0.00029734
175000	17844.9427	0.146	0.073579365	99.3	0.00036790
200000	20394.2203	0.179	0.090210317	113.5	0.00045105
225000	22943.4978	0.201	0.101297619	127.7	0.00050649
250000	25492.7753	0.229	0.11540873	141.9	0.00057704
275000	28042.0529	0.258	0.13002381	156.1	0.00065012
300000	30591.3304	0.289	0.145646825	170.3	0.00072823
325000	33140.608	0.328	0.165301587	184.5	0.00082651
350000	35689.8855	0.358	0.180420635	198.7	0.00090210
375000	38239.163	0.390	0.196547619	212.8	0.00098274
400000	40788.4406	0.428	0.215698413	227.0	0.00107849
425000	43337.7181	0.468	0.235857143	241.2	0.00117929
450000	45886.9956	0.508	0.256015873	255.4	0.00128008
475000	48436.2732	0.549	0.276678571	269.6	0.00138339
500000	50985.5507	0.600	0.302380952	283.8	0.00151190
525000	53534.8282	0.652	0.328587302	298.0	0.00164294
550000	56084.1058	0.715	0.360337302	312.2	0.00180169
575000	58633.3833	0.792	0.399142857	326.4	0.00199571
600000	61182.6608	0.906	0.456595238	340.5	0.00228298
605335	61726.6767	0.934	0.470706349	343.6	0.00235353
608077	62006.2814	0.948	0.477761905	345.1	0.00238881
609239	62124.7718	0.962	0.48481746	345.8	0.00242409
610862	62290.2709	0.968	0.48784127	346.7	0.00243921
611124	62316.9874	0.997	0.502456349	346.9	0.00251228
610966	62300.8759	1.028	0.518079365	346.8	0.00259040
609271	62128.0349	1.041	0.524630952	345.8	0.00262315
590581	60222.195	1.078	0.543277778	335.2	0.00271639

Módulo de elasticidad al 5 % 126 días Pífo $f_c=346.7 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

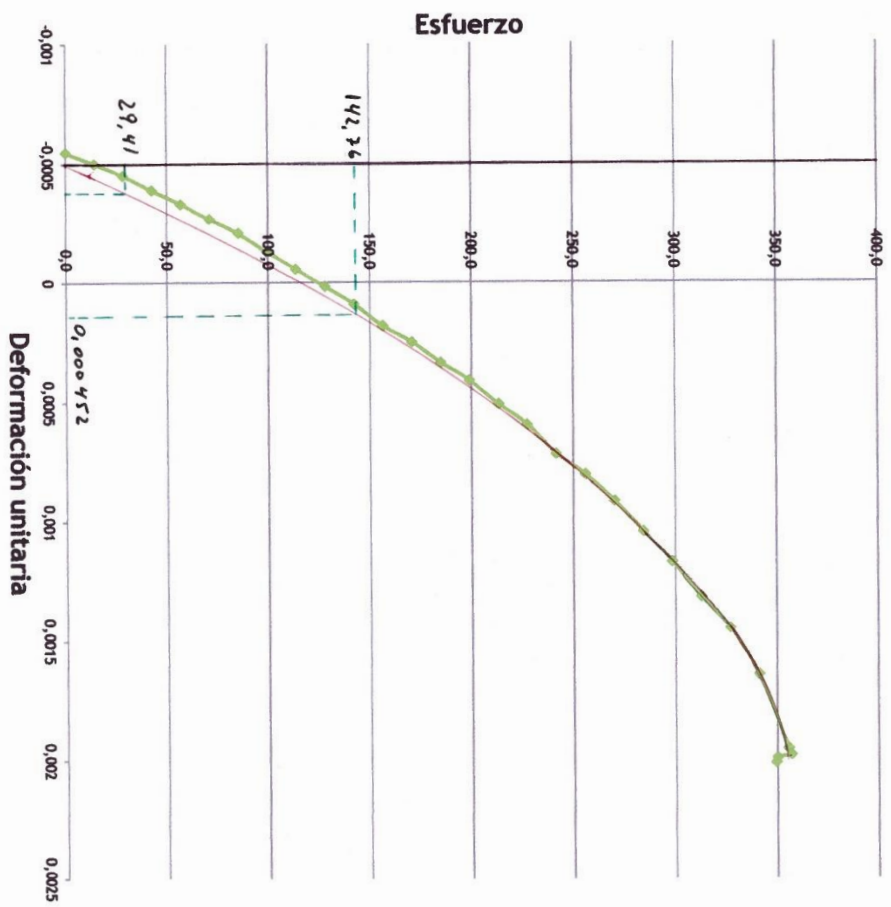
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Feb-2018

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=		179.28
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=		627750
r (cm)=	15		EG=		124
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	356.9	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.019	0.009613546	14.2	0.00004807
50000	5098.55507	0.039	0.019733068	28.4	0.00009867
75000	7647.8326	0.063	0.031876494	42.7	0.00015938
100000	10197.1101	0.086	0.043513944	56.9	0.00021757
125000	12746.3877	0.111	0.056163347	71.1	0.00028082
150000	15295.6652	0.135	0.068306773	85.3	0.00034153
175000	17844.9427	0.166	0.083992032	99.5	0.00041996
200000	20394.2203	0.195	0.098665339	113.8	0.00049333
225000	22943.4978	0.224	0.113338645	128.0	0.00056669
250000	25492.7753	0.253	0.128011952	142.2	0.00064006
275000	28042.0529	0.289	0.146227092	156.4	0.00073114
300000	30591.3304	0.315	0.15938247	170.6	0.00079691
325000	33140.608	0.349	0.176585657	184.9	0.00088293
350000	35689.8855	0.379	0.19176494	199.1	0.00095882
375000	38239.163	0.418	0.211498008	213.3	0.00105749
400000	40788.4406	0.452	0.228701195	227.5	0.00114351
425000	43337.7181	0.500	0.252988048	241.7	0.00126494
450000	45886.9956	0.534	0.270191235	256.0	0.00135096
475000	48436.2732	0.578	0.292454183	270.2	0.00146227
500000	50985.5507	0.629	0.318258964	284.4	0.00159129
525000	53534.8282	0.679	0.343557769	298.6	0.00171779
550000	56084.1058	0.738	0.373410359	312.8	0.00186705
575000	58633.3833	0.791	0.400227092	327.0	0.00200114
600000	61182.6608	0.867	0.438681275	341.3	0.00219341
625000	63731.9384	0.988	0.499904382	355.5	0.00249952
627750	64012.3589	0.999	0.50547012	357.1	0.00252735
615507	62763.9267	1.004	0.508	350.1	0.00254000
614522	62663.4852	1.012	0.512047809	349.5	0.00256024

Módulo de elasticidad al 5 % 126 días Pífo $f_c = 356.9 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

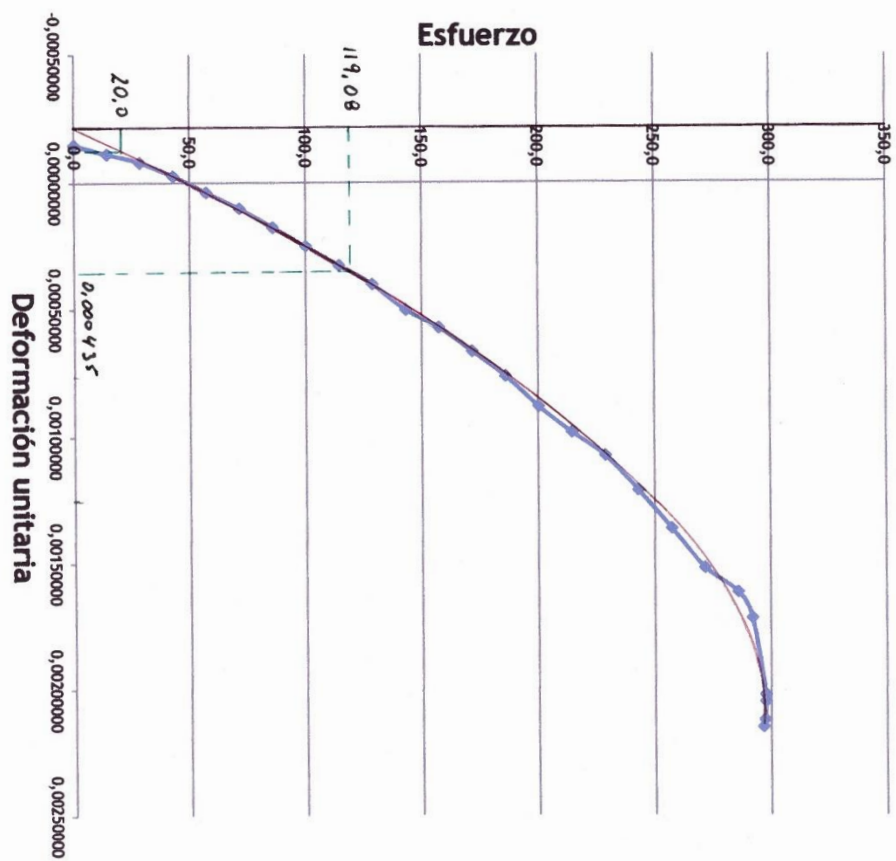
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Feb-2018

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	178.23	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	520536	
r (cm)=	15		EG=	121	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	297.7	ER=	124

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.014	0.007085714	14.3	0.00003543
50000	5098.55507	0.027	0.013665306	28.6	0.00006833
75000	7647.8326	0.048	0.024293878	42.9	0.00012147
100000	10197.1101	0.074	0.037453061	57.2	0.00018727
125000	12746.3877	0.099	0.050106122	71.5	0.00025053
150000	15295.6652	0.128	0.064783673	85.8	0.00032392
175000	17844.9427	0.158	0.079967347	100.1	0.00039984
200000	20394.2203	0.188	0.09515102	114.4	0.00047576
225000	22943.4978	0.218	0.110334694	128.7	0.00055167
250000	25492.7753	0.258	0.130579592	143.0	0.00065290
275000	28042.0529	0.285	0.144244898	157.3	0.00072122
300000	30591.3304	0.322	0.162971429	171.6	0.00081486
325000	33140.608	0.360	0.182204082	185.9	0.00091102
350000	35689.8855	0.408	0.206497959	200.3	0.00103249
375000	38239.163	0.448	0.226742857	214.6	0.00113371
400000	40788.4406	0.484	0.244963265	228.9	0.00122482
425000	43337.7181	0.538	0.272293878	243.2	0.00136147
450000	45886.9956	0.598	0.302661224	257.5	0.00151331
475000	48436.2732	0.660	0.334040816	271.8	0.00167020
500000	50985.5507	0.699	0.353779592	286.1	0.00176890
510465	52052.6783	0.739	0.37402449	292.1	0.00187012
520506	53076.5701	0.859	0.434759184	297.8	0.00217380
520536	53079.6292	0.870	0.440326531	297.8	0.00220163
519698	52994.1775	0.898	0.454497959	297.3	0.00227249
518633	52885.5782	0.909	0.460065306	296.7	0.00230033

Módulo de elasticidad al 10 % 126 días Pfo $f'_c=297.7 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

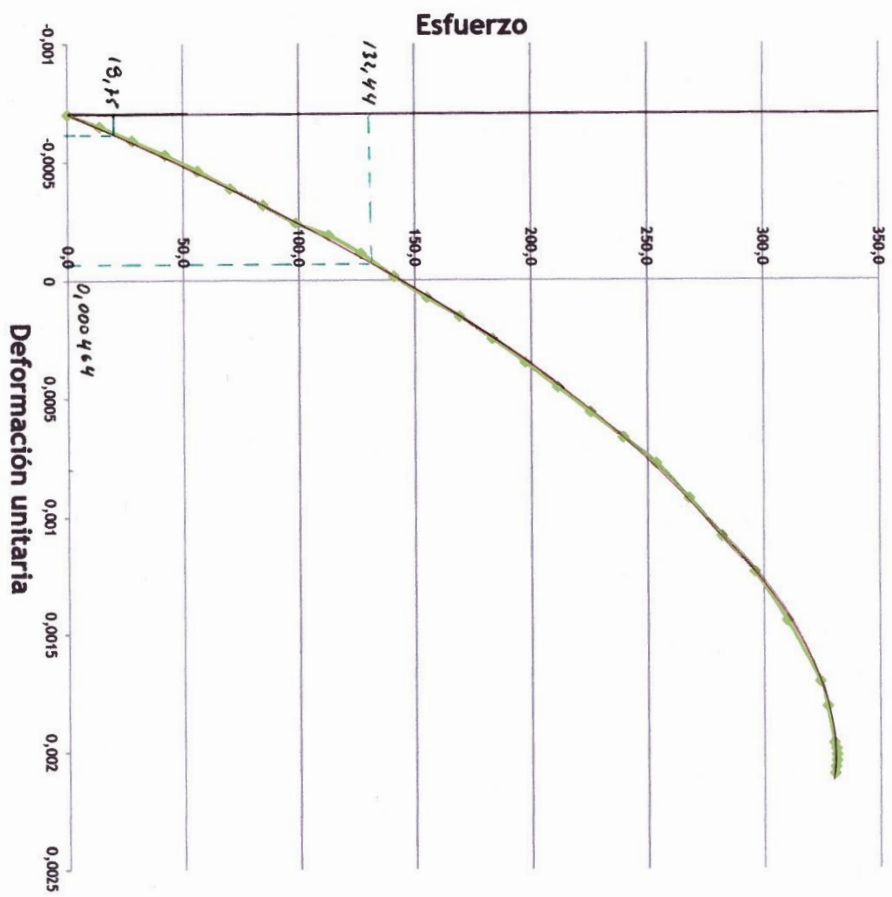
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Feb-2018

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	180.80
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	587345
r (cm)=	15			EG=	120
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	331.1	ER=	124

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.020	0.010163934	14.1	0.00005082
50000	5098.55507	0.043	0.021852459	28.2	0.00010926
75000	7647.8326	0.067	0.03404918	42.3	0.00017025
100000	10197.1101	0.093	0.047262295	56.4	0.00023631
125000	12746.3877	0.122	0.062	70.5	0.00031000
150000	15295.6652	0.150	0.076229508	84.6	0.00038115
175000	17844.9427	0.18	0.09147541	98.7	0.00045738
200000	20394.2203	0.201	0.102147541	112.8	0.00051074
225000	22943.4978	0.231	0.117393443	126.9	0.00058697
250000	25492.7753	0.269	0.136704918	141.0	0.00068352
275000	28042.0529	0.304	0.154491803	155.1	0.00077246
300000	30591.3304	0.336	0.170754098	169.2	0.00085377
325000	33140.608	0.373	0.189557377	183.3	0.00094779
350000	35689.8855	0.413	0.209885246	197.4	0.00104943
375000	38239.163	0.455	0.231229508	211.5	0.00115615
400000	40788.4406	0.496	0.252065574	225.6	0.00126033
425000	43337.7181	0.538	0.273409836	239.7	0.00136705
450000	45886.9956	0.581	0.295262295	253.8	0.00147631
475000	48436.2732	0.639	0.324737705	267.9	0.00162369
500000	50985.5507	0.702	0.356754098	282.0	0.00178377
525000	53534.8282	0.762	0.387245902	296.1	0.00193623
550000	56084.1058	0.844	0.428918033	310.2	0.00214459
575000	58633.3833	0.946	0.480754098	324.3	0.00240377
580427	59186.7805	0.988	0.502098361	327.4	0.00251049
585416	59695.5143	1.049	0.533098361	330.2	0.00266549
586785	59835.1127	1.058	0.537672131	330.9	0.00268836
587242	59881.7135	1.068	0.542754098	331.2	0.00271377
587345	59892.2165	1.078	0.547836066	331.3	0.00273918
586662	59822.5703	1.088	0.552918033	330.9	0.00276459
586000	59755.0654	1.099	0.558508197	330.5	0.00279254

Módulo de elasticidad al 10 % 126 días Pífo $f_c=331.1 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

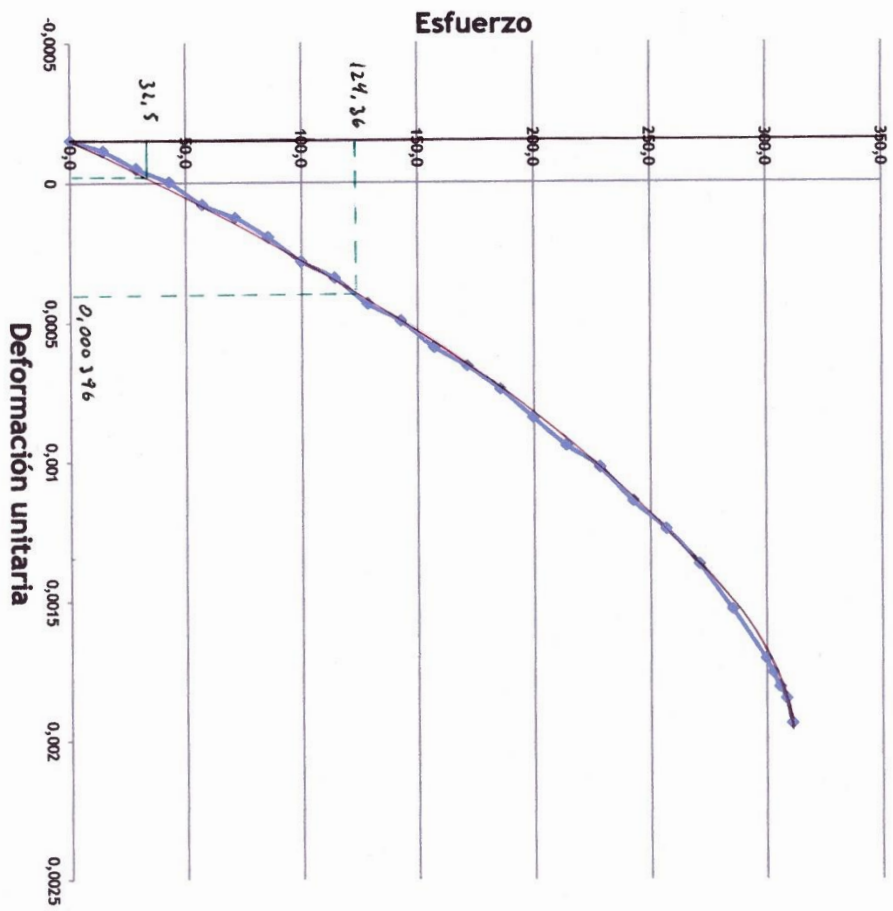
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Feb-2018

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	178.72
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	545030
r (cm)=	15			EG=	122
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	310.9	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.015	0.007650602	14.3	0.00003825
50000	5098.55507	0.039	0.019891566	28.5	0.00009946
75000	7647.8326	0.058	0.029582329	42.8	0.00014791
100000	10197.1101	0.089	0.045393574	57.1	0.00022697
125000	12746.3877	0.108	0.055084337	71.3	0.00027542
150000	15295.6652	0.135	0.068855422	85.6	0.00034428
175000	17844.9427	0.169	0.086196787	99.8	0.00043098
200000	20394.2203	0.192	0.097927711	114.1	0.00048964
225000	22943.4978	0.228	0.116289157	128.4	0.00058145
250000	25492.7753	0.252	0.12853012	142.6	0.00064265
275000	28042.0529	0.289	0.147401606	156.9	0.00073701
300000	30591.3304	0.316	0.161172691	171.2	0.00080586
325000	33140.608	0.349	0.178004016	185.4	0.00089002
350000	35689.8855	0.389	0.198405622	199.7	0.00099203
375000	38239.163	0.428	0.218297189	214.0	0.00109149
400000	40788.4406	0.458	0.233598394	228.2	0.00116799
425000	43337.7181	0.506	0.258080321	242.5	0.00129040
450000	45886.9956	0.545	0.277971888	256.7	0.00138986
475000	48436.2732	0.594	0.302963855	271.0	0.00151482
500000	50985.5507	0.658	0.335606426	285.3	0.00167803
525000	53534.8282	0.728	0.371309237	299.5	0.00185655
530442	54089.755	0.748	0.38151004	302.6	0.00190755
535780	54634.0767	0.768	0.391710843	305.7	0.00195855
540734	55139.2415	0.784	0.399871486	308.5	0.00199936
545030	55577.3094	0.819	0.417722892	311.0	0.00208861

Módulo de elasticidad al 15 % 126 días Pífo $f'_c=310.9 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

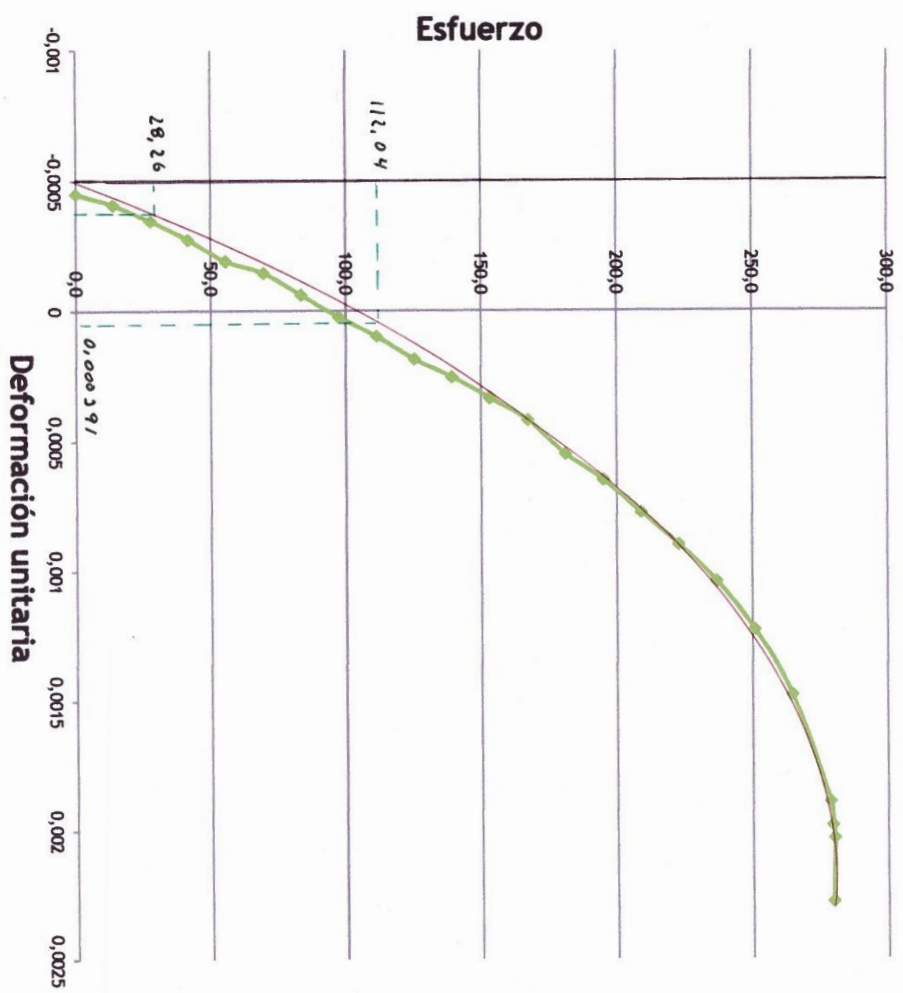
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 02-Feb-2018







MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	182.97	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	502696	
r (cm)=	15		EG=	124	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	280.1	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.017	0.008534137	13.9	0.00004267
50000	5098.55507	0.042	0.021084337	27.9	0.00010542
75000	7647.8326	0.071	0.03564257	41.8	0.00017821
100000	10197.1101	0.104	0.052208835	55.7	0.00026104
125000	12746.3877	0.122	0.06124498	69.7	0.00030622
150000	15295.6652	0.155	0.077811245	83.6	0.00038906
175000	17844.9427	0.189	0.094879518	97.5	0.00047440
200000	20394.2203	0.218	0.109437751	111.5	0.00054719
225000	22943.4978	0.253	0.127008032	125.4	0.00063504
250000	25492.7753	0.281	0.141064257	139.3	0.00070532
275000	28042.0529	0.312	0.156626506	153.3	0.00078313
300000	30591.3304	0.346	0.173694779	167.2	0.00086847
325000	33140.608	0.398	0.199799197	181.1	0.00099900
350000	35689.8855	0.438	0.219879518	195.1	0.00109940
375000	38239.163	0.488	0.24497992	209.0	0.00122490
400000	40788.4406	0.538	0.270080321	222.9	0.00135040
425000	43337.7181	0.594	0.298192771	236.9	0.00149096
450000	45886.9956	0.667	0.334839357	250.8	0.00167420
475000	48436.2732	0.768	0.385542169	264.7	0.00192771
500000	50985.5507	0.932	0.467871486	278.7	0.00233936
501632	51151.9675	0.969	0.486445783	279.6	0.00243223
502696	51260.4648	0.989	0.496485944	280.2	0.00248243
501883	51177.5623	1.088	0.546184739	279.7	0.00273092

Módulo de elasticidad al 15 % 126 días Pifo $f_c = 280.1 \text{ kg/cm}^2$



28 DIAS PIFO

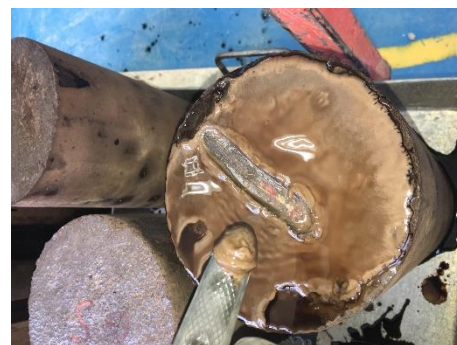


28 DIAS PIFO VIGUETAS





56 DIAS PIFO





91 DIAS PIFO





126 DIAS PIFO





126 DIAS PIFO VIGUETAS



ENSAYOS POMASQUI

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C39

EDAD: 28 días

COMPRESION DE CILINDROS

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	28	154.11	150.63	152.4	303.74	304.49	303.57	303.9	12.445	357.9	182.3	5	200.1	204.3	19.6	20.0
	2	28	151.9	154.81	153.4	305.95	305.52	304.72	305.4	12.555	378.4	184.7	4	208.8		20.5	
MOD E	3	28	151.36	151.61	151.5	299.7	299.37	300	299.7	12.070	370	180.2	4	209.3		20.5	
	4	28	151.51	150.8	151.2	299.15	298.04	300.76	299.3	12.145	350.16	179.4	5	198.9		19.5	
														desv	5.5	0.5	
														f'c car	196.8	19.3	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	28	153.08	152.08	152.6	300.2	302.1	298.98	300.4	12.235	269.5	182.8	5	150.2	178.4	14.7	17.5
	2	28	152.48	151.95	152.2	303.73	303.23	304.15	303.7	12.380	301.6	182.0	5	168.9		16.6	
MOD E	3	28	151.06	150.78	150.9	300.8	300.45	299.75	300.3	11.995	326.556	178.9	5	186.1		18.2	
	4	28	150.87	151.65	151.3	299.85	300.26	300.85	300.3	11.940	367.51	179.7	5	208.5		20.4	
														desv	24.8	2.4	
														f'c car	145.0	14.2	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	28	154.02	152.42	153.2	305.42	304.5	303.6	304.5	12.655	306.9	184.4	5	169.7	188.9	16.6	18.5
	2	28	153.76	153.39	153.6	306.16	305.7	306.02	306.0	12.690	293.6	185.2	5	161.6		15.8	
MOD E	3	28	153.27	151.25	152.8	306.59	305.75	305.52	306.0	12.395	329.248	183.4	5	183.0		17.9	
	4	28	150.23	151.19	150.7	299.56	299.18	299.97	299.6	12.065	422.37	178.4	5	241.3		23.7	
														desv	36.1	3.5	
														f'c car	140.2	13.7	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	28	151.73	152.1	151.9	304	304.13	304.18	304.1	12.435	378.6	181.3	5	212.9	188.2	20.9	18.4
	2	28	154.1	153.75	153.9	303.51	302.88	302.75	303.0	12.570	341.6	186.1	5	187.1		18.3	
MOD E	3	28	153.91	153.95	152.8	301.91	301.4	301.25	301.5	12.550	342.731	183.4	5	190.5		18.7	
	4	28	154.1	154.8	154.5	304.7	304.5	303.98	304.4	12.755	297.88	187.4	5	162.1		15.9	
														desv	20.8	2.0	
														f'c car	160.1	15.7	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C39
EDAD: 56 días
COMPRESION DE CILINDROS

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f' c (kg/cm2)	PROM f' c (kg/cm2)	f' c (Mpa)	prom
COMP	1	56	151.35	152	151.7	300.11	300.76	301	300.6	12.102	410.2	180.7	5	231.4	240.2	22.7	23.6
	2	56	152.5	153	152.8	302.43	302.63	302.67	302.6	12.614	483.5	183.3	5	269.0		26.4	
MOD E	3	56	151.28	151.32	151.3	301.97	301.85	301.43	301.8	12.112	430.705	179.8	4	244.2		23.9	
	4	56	152.44	152.48	152.5	304.69	305.02	305.29	305.0	12.371	387.54	182.6	5	216.4		21.2	
														desv		2.2	
														f' c car		20.6	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f' c (kg/cm2)	PROM f' c (kg/cm2)	f' c (Mpa)	prom
COMP	1	56	150.84	150.41	150.6	300.37	300.36	300.15	300.3	12.064	420.9	178.2	5	240.8	229.1	23.6	22.5
	2	56	151.7	152.16	151.9	300.84	300.97	300.78	300.9	12.435	395.9	181.3	5	222.6		21.8	
MOD E	3	56	152.81	152.47	152.6	304.51	302.75	300.07	302.4	12.456	389.978	183.0	5	217.2		21.3	
	4	56	150.42	151.14	150.8	300.12	299.54	300.05	299.9	11.940	412.82	178.6	5	235.7		23.1	
														desv		1.1	
														f' c car		21.0	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f' c (kg/cm2)	PROM f' c (kg/cm2)	f' c (Mpa)	prom
COMP	1	56	152.39	151.75	152.1	302.54	302.75	303.23	302.8	12.409	464.7	181.6	4	260.8	240.5	25.6	23.6
	2	56	152.35	153	152.7	305.03	304.28	304.42	304.6	12.574	472.1	183.1	5	262.9		25.8	
MOD E	3	56	149.79	150.09	152.8	300.57	299.88	300.43	300.3	11.931	412.815	183.4	5	229.5		22.5	
	4	56	150.38	151.46	150.9	300.03	300.42	300.34	300.3	12.214	366.83	178.9	5	209.0		20.5	
														desv		2.5	
														f' c car		20.1	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f' c (kg/cm2)	PROM f' c (kg/cm2)	f' c (Mpa)	prom
COMP	1	56	154.25	153.82	154.0	304.85	303.82	304.52	304.4	12.647	476.10	186.3	5	260.4	224.8	25.5	22.0
	2	56	150.95	150.35	150.7	299.64	299.63	299.02	299.4	12.153	387.70	178.2	5	221.7		21.7	
MOD E	3	56	149.61	150.01	152.8	299.87	299.66	300.05	299.9	11.194	366.83	183.4	5	203.9		20.0	
	4	56	150.72	151.67	151.2	305.08	302.68	303.47	303.7	12.382	375.26	179.5	5	213.1		20.9	
														desv		2.4	
														f' c car		18.7	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C39
EDAD: 91 días
COMPRESION DE CILINDROS

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	91	151.1	151.2	151.2	300.1	300.4	300	300.2	11.947	596.4	179.4	5	338.8	327.1	33.2	32.1
	2	91	150.3	150.3	150.3	300.2	300.5	301	300.6	11.953	562.2	177.4	5	323.0		31.7	
MOD E	3	91	151.3	150.9	151.1	300.1	300.4	301.1	300.5	12.240	585.024	179.3	4	332.6		32.6	
	4	91	150.3	150.7	150.5	299.6	300	299	299.5	12.463	548.08	177.9	4	314.1		30.8	
														desv	10.9	1.1	
														f'c car	312.4	30.6	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	91	152.8	153.5	153.2	306.5	307.2	306.5	306.7	12.664	554.3	184.2	5	306.7	263.2	30.1	25.8
	2	91	151	151.5	151.3	302	301	301.5	301.5	12.063	472.4	179.7	5	268.0		26.3	
MOD E	3	91	151.5	150.8	151.2	299.8	299	299.5	299.4	11.998	445.208	179.4	5	252.9		24.8	
	4	91	151	151.8	151.4	303	302.5	303.5	303.0	12.031	397.46	180.0	5	225.1		22.1	
														desv	34.1	3.3	
														f'c car	217.2	21.3	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	91	154	153.2	153.6	304.5	305	304	304.5	12.576	438.8	185.3	5	241.4	208.2	23.7	20.4
	2	91	152.8	152	152.4	305	306	305.5	305.5	12.521	399.3	182.4	5	223.1		21.9	
MOD E	3	91	151.8	152.2	152.8	301	299.8	301	300.6	12.085	361.371	183.4	5	200.9		19.7	
	4	91	153.8	154	153.9	305.5	306	305	305.5	12.420	305.21	186.0	5	167.3		16.4	
														desv	31.9	3.1	
														f'c car	165.1	16.2	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f'c (kg/cm2)	PROM f'c (kg/cm2)	f'c (Mpa)	prom
COMP	1	91	153.8	151.9	152.9	304	304	305.5	304.5	12.474	430.4	183.5	5	239.1	266.9	23.4	26.2
	2	91	152	151.2	151.6	302	301.5	302.5	302.0	12.050	537.5	180.5	5	303.5		29.8	
MOD E	3	91	154.5	154.1	152.8	306.1	305.5	306.3	306.0	12.628	437.246	183.4	5	243.1		23.8	
	4	91	153.8	154	153.9	306	307.1	306.8	306.6	12.681	514.69	186.0	5	282.0		27.7	
														desv	31.2	3.1	
														f'c car	224.9	22.0	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C39
EDAD: 126 días
COMPRESION DE CILINDROS

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f' c (kg/cm2)	PROM f' c (kg/cm2)	f' c (Mpa)	prom
COMP	1	126	153.4	151.81	152.6	301.63	300.54	300.09	300.8	12.410	392.4	182.9	5	218.7	260.4	21.4	25.5
	2	126	152.17	153.28	152.7	304.98	304.92	303.78	304.6	12.426	527.3	183.2	4	293.4		28.8	
MOD E	3	126	149.27	150.27	149.8	300.8	300.24	301.01	300.7	11.832	464.534	176.2	4	268.8		26.4	
	4	126	151.17	152.28	151.7	304.98	304.92	303.78	304.6	12.426	462.46	180.8	5	260.7		25.6	
														desv	31.1	3.0	
														f' c car	218.4	21.4	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f' c (kg/cm2)	PROM f' c (kg/cm2)	f' c (Mpa)	prom
COMP	1	126	149.12	150.91	150.0	297.77	297.73	298.04	297.8	11.956	467.3	176.7	5	269.5	285.1	26.4	28.0
	2	126	152.64	153.76	153.2	304.96	304.77	304.67	304.8	12.644	495.8	184.3	5	274.2		26.9	
MOD E	3	126	151.96	151.36	151.7	302.71	304.95	304.66	304.1	12.599	505.483	180.6	5	285.2		28.0	
	4	126	152.79	152.66	152.7	305.06	304.39	305.67	305.0	12.618	559.82	183.2	5	311.5		30.5	
														desv	18.8	1.8	
														f' c car	259.7	25.5	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f' c (kg/cm2)	PROM f' c (kg/cm2)	f' c (Mpa)	prom
COMP	1	126	152.87	153.4	153.1	303.09	302.55	302.22	302.6	12.625	451.5	184.2	5	249.9	235.1	24.5	23.0
	2	126	150.12	151.31	150.7	302.11	302.88	302.64	302.5	12.157	306.8	178.4	5	175.3		17.2	
MOD E	3	126	151.7	151.83	152.8	309.14	303.94	303.64	305.6	12.536	539.602	183.4	5	300.0		29.4	
	4	126	151.98	153.1	152.5	304.86	305.02	306.72	305.5	12.482	385.88	182.7	5	215.2		21.1	
														desv	52.9	5.2	
														f' c car	163.7	16.0	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Diametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Area (cm2)	falla	f' c (kg/cm2)	PROM f' c (kg/cm2)	f' c (Mpa)	prom
COMP	1	126	150.38	150.88	150.6	299.04	298.28	300.02	299.1	12.002	482.6	178.2	5	276.1	252.1	27.1	24.7
	2	126	151.16	152.6	151.9	302.78	303.55	301.44	302.6	12.364	524.6	181.2	5	295.2		28.9	
MOD E	3	126	149.98	150.65	152.8	299.68	299.57	299.98	299.7	11.981	289.009	183.4	5	160.7		15.8	
	4	126	151.18	150.68	150.9	299.66	301.03	300.56	300.4	12.144	485.38	178.9	5	276.5		27.1	
														desv	61.6	6.0	
														f' c car	168.9	16.6	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C 496

EDAD: 28 días

ENSAYO BRASILEÑO

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	28	153.13	153.74	153.4	305.84	305.338	305.9	305.7	12.675	169.6	2.30	2.33
	2	28	153.94	154.39	154.2	305.98	304.13	303.7	304.6	12.625	173.9	2.36	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	28	151.5	150.9	151.2	300.87	299.8	299.25	300.0	11.98	146.3	2.05	2.13
	2	28	150.23	151.05	150.6	301.25	300.48	301.65	301.1	12.104	157.8	2.21	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	28	150.27	150.54	150.4	299.68	299.52	299.3	299.5	11.93	200.1	2.83	2.86
	2	28	150.48	150.12	150.3	300.15	300.64	301.78	300.9	12.48	205.4	2.89	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	28	151.42	150.55	151.0	300.8	300.59	300.33	300.6	12.05	208.15	2.92	2.92
	2	28	151.65	151.64	151.6	300.45	300.82	301.74	301.0	12.32	209.47	2.92	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C 496

EDAD: 56 días

ENSAYO BRASILEÑO

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	56	153.32	152.92	153.1	302.8	301.5	302.5	302.3	12.656	190.2	2.62	2.65
	2	56	153.51	152.71	153.1	303.99	305.45	304.78	304.7	12.543	196.7	2.68	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	56	151.52	152.45	152.0	300.24	298.07	301.72	300.0	12.155	203.5	2.84	2.86
	2	56	150.65	151.05	150.9	301.47	301.25	301.89	301.5	12.204	205.4	2.87	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	56	150.87	151.53	151.2	305.27	304.24	303.92	304.5	12.345	195.8	2.71	2.74
	2	56	151.76	151.41	151.6	300.14	301.64	301.04	300.9	12.419	198.8	2.77	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	56	151.52	150.87	151.2	301.63	300.5	301.02	301.1	12.235	184.7	2.58	2.62
	2	56	150.23	150.47	150.4	300.25	301.36	301.41	301.0	12.347	189.1	2.66	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C 496

EDAD: 91 días

ENSAYO BRASILEÑO

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	91	150.1	151	150.6	300.4	300.6	301.1	300.7	12.379	227.9	3.20	3.25
	2	91	150	150.4	150.2	300.4	301.2	300.9	300.8	12.144	234.2	3.30	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	91	151.2	152.8	152.0	304.8	305.5	306	305.4	12.381	212.9	2.92	2.94
	2	91	150.05	150.23	150.1	300.45	300.12	300.08	300.2	12.406	209.5	2.96	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	91	152.4	151.5	152.0	303.5	302.5	303	303.0	12.194	215.1	2.97	3.01
	2	91	151.47	151.65	151.6	301.25	300.85	301.47	301.2	12.204	218.6	3.05	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Dímetro 1 (mm)	Dímetro 2 (mm)	Dímetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasileño (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	91	151	151.8	151.4	300.5	299	299.5	299.7	12.035	174.7	2.45	2.41
	2	91	150.08	151	150.5	301.85	300.51	301.37	301.2	12.102	169.2	2.38	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C 496

EDAD: 126 días

ENSAYO BRASILEÑO

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

NORMAL

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	126	151.74	151.29	151.5	301.45	301.68	300.98	301.4	12.166	246.9	3.44	3.23
	2	126	150.32	151.16	150.7	304.74	304.64	302.06	303.8	12.218	217.4	3.02	

5%

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	126	153.76	154.3	154.0	303.64	304.79	303.65	304.0	12.731	224.6	3.05	3.11
	2	126	152.12	151.41	151.8	301.21	301.01	300.98	301.1	12.701	226.9	3.16	

10%

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	126	152.39	152.33	152.4	298.42	298.4	298.67	298.5	12.157	227.8	3.19	3.12
	2	126	153.23	153.51	153.4	301.46	300.85	301.19	301.2	12.201	222.1	3.06	

15%

Dosif.	muestra	edad (días)	Díametro 1 (mm)	Diámetro 2 (mm)	Diámetro prom (mm)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura prom (mm)	Masa (kg)	Carga de rotura (KN)	Brasilero (Mpa)	Prom (Mpa)
	1	126	154.25	153.85	154.1	301.61	302.28	302.14	302.0	12.681	253.8	3.47	3.52
	2	126	151.27	151.19	151.2	300.58	301.21	301.79	301.2	12.596	255.7	3.57	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C 496

TRACCION EN VIGUETAS

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

VIGUETAS POMASQUI						
DOSIFICACION	NORMAL	NORMAL	5%	5%	15%	15%
Edad (días)	28	28	28	28	28	28
Longitud (mm)	560.1	561.05	560.8	560.4	560.08	562.1
Ancho (mm)	150.02	151.04	152.07	151.2	149.54	150.3
Altura (mm)	154.24	154.25	154.02	154.06	152.8	151.6
Volúmen (mm ³)	12960201.4	13071298.02	13134957.4	13053885.9	12797666.7	12807718.3
Masa (gr)	29160	19.243	29500	29550	28800	28768
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.25	X	2.25	2.26	2.25	2.25
Distancia entre apoyos (mm)	450	450	450	450	450	450
Carga máxima (KN)	28.427	28.654	31.257	30.896	33.961	33.499
Módulo de Rotura (MPa)	3.58	3.59	3.9	3.87	4.38	4.36
Módulo de Rotura (Kg/cm²)	36.55	36.65	39.82	39.51	44.72	44.52
PROMEDIO	36.60		39.67		44.62	

VIGUETAS POMASQUI						
DOSIFICACION	NORMAL	NORMAL	5%	5%	15%	15%
Edad (días)	126	126	126	126	126	126
Longitud (mm)	562	561	563	562	562	562
Ancho (mm)	154.35	153.86	154.47	151.6	151.65	153.95
Altura (mm)	153.75	153.45	149.58	150.47	152.24	150.82
Volúmen (mm ³)	13336997.63	13245107.34	13008465.5	12819923.6	12975004.2	13048931.3
Masa (gr)	29733	29810	29156	28990	29054	29160
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.23	2.25	2.24	2.26	2.24	2.23
Distancia entre apoyos (mm)	450	450	450	450	450	450
Carga máxima (KN)	30.125	29.864	31.952	31.293	35.016	35.097
Módulo de Rotura (MPa)	3.72	3.71	4.16	4.10	4.48	4.51
Módulo de Rotura (Kg/cm²)	37.98	37.88	42.47	41.86	45.74	46.05
PROMEDIO	37.93		42.17		45.89	

POMASQUI 28 DIAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

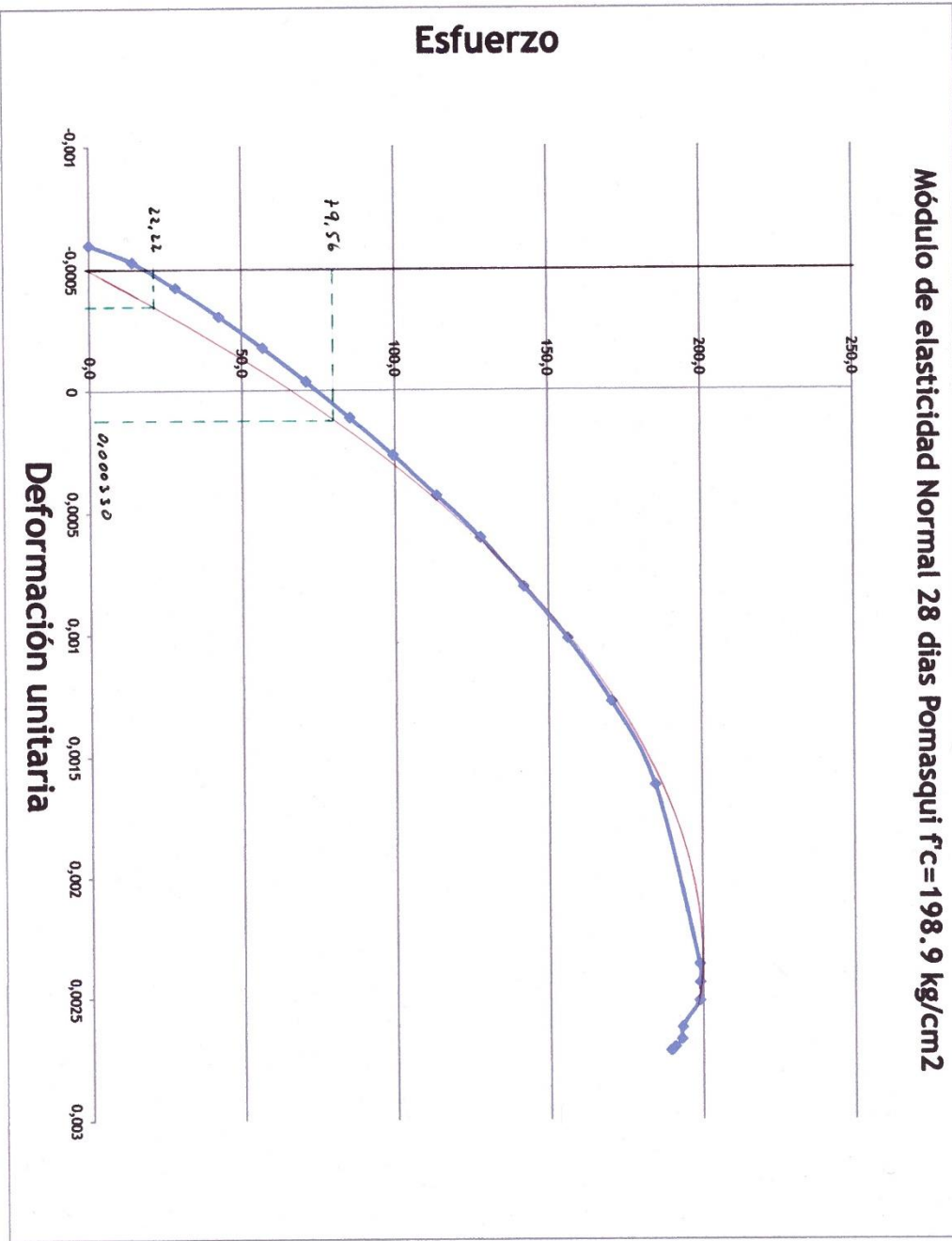
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 19-Oct-2017

MUESTRA					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	179.45
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	350161
r (cm)=	15			EG=	124
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	198.9	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.028	0.014167331	14.2	0.00007084
50000	5098.55507	0.070	0.035418327	28.4	0.00017709
75000	7647.8326	0.117	0.059199203	42.6	0.00029600
100000	10197.1101	0.168	0.085003984	56.8	0.00042502
125000	12746.3877	0.223	0.112832669	71.0	0.00056416
150000	15295.6652	0.281	0.142179283	85.2	0.00071090
175000	17844.9427	0.342	0.173043825	99.4	0.00086522
200000	20394.2203	0.407	0.205932271	113.7	0.00102966
225000	22943.4978	0.475	0.240338645	127.9	0.00120169
250000	25492.7753	0.555	0.280816733	142.1	0.00140408
275000	28042.0529	0.639	0.323318725	156.3	0.00161659
300000	30591.3304	0.741	0.374928287	170.5	0.00187464
325000	33140.608	0.877	0.443741036	184.7	0.00221871
350000	35689.8855	1.169	0.591486056	198.9	0.00295743
350161	35706.3028	1.199	0.606665339	199.0	0.00303333
349797	35669.1854	1.231	0.622856574	198.8	0.00311428
339879	34657.836	1.273	0.64410757	193.1	0.00322054
339610	34630.4057	1.292	0.653721116	193.0	0.00326861
335642	34225.7844	1.305	0.660298805	190.7	0.00330149
333312	33988.1917	1.311	0.663334661	189.4	0.00331667

Módulo de elasticidad Normal 28 días Pomasqui $f_c=198.9 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

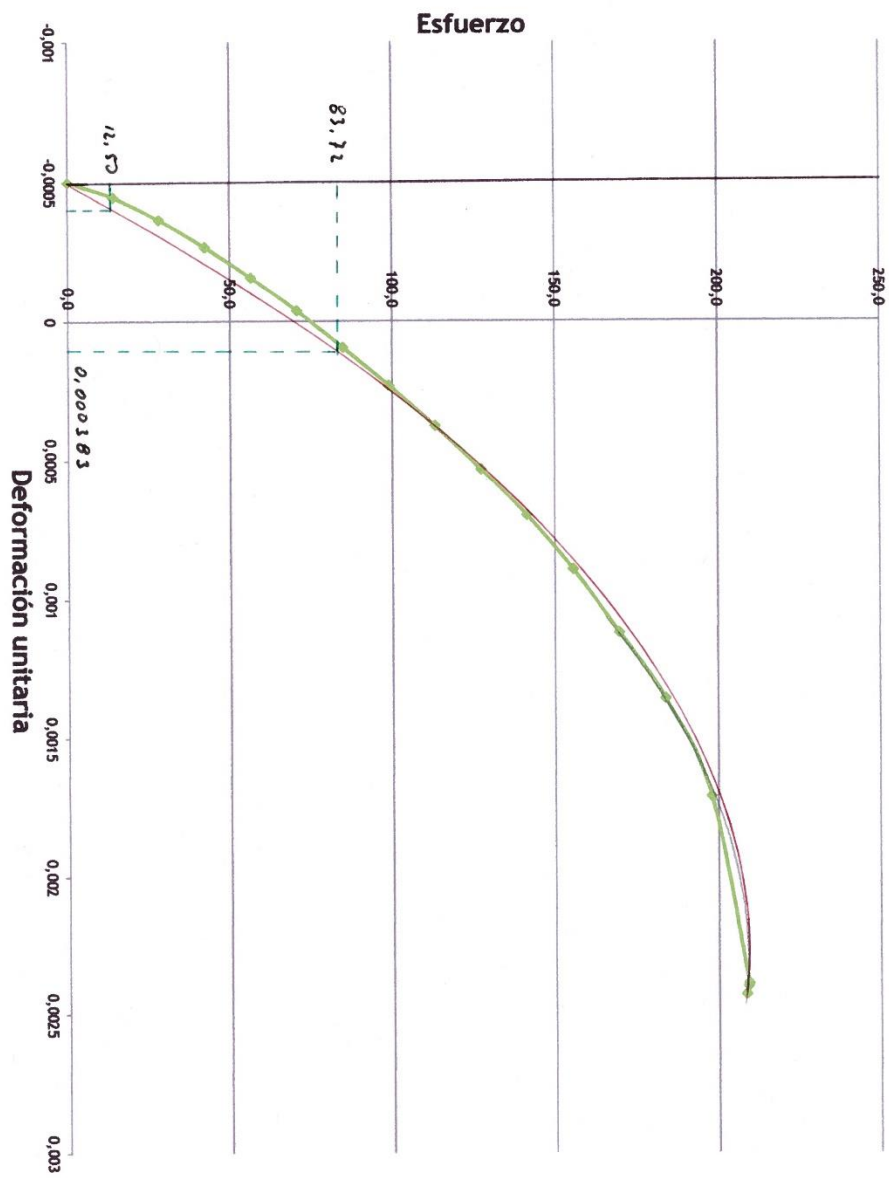
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 19-Oct-2017

MUESTRA					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	180.23
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	370000
r (cm)=	15			EG=	126
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	209.3	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.022	0.010956175	14.1	0.00005478
50000	5098.55507	0.055	0.027390438	28.3	0.00013695
75000	7647.8326	0.094	0.046812749	42.4	0.00023406
100000	10197.1101	0.138	0.0687251	56.6	0.00034363
125000	12746.3877	0.185	0.092131474	70.7	0.00046066
150000	15295.6652	0.239	0.119023904	84.9	0.00059512
175000	17844.9427	0.294	0.146414343	99.0	0.00073207
200000	20394.2203	0.352	0.175298805	113.2	0.00087649
225000	22943.4978	0.415	0.206673307	127.3	0.00103337
250000	25492.7753	0.481	0.239541833	141.4	0.00119771
275000	28042.0529	0.559	0.278386454	155.6	0.00139193
300000	30591.3304	0.651	0.324203187	169.7	0.00162102
325000	33140.608	0.746	0.371513944	183.9	0.00185757
350000	35689.8855	0.888	0.442231076	198.0	0.00221116
370000	37729.3075	1.161	0.578187251	209.3	0.00289094
369681	37696.7787	1.165	0.580179283	209.2	0.00290090
368642	37590.8308	1.176	0.585657371	208.6	0.00292829

Módulo de elasticidad Normal 28 días Pomasqui $f'_c=209.3 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

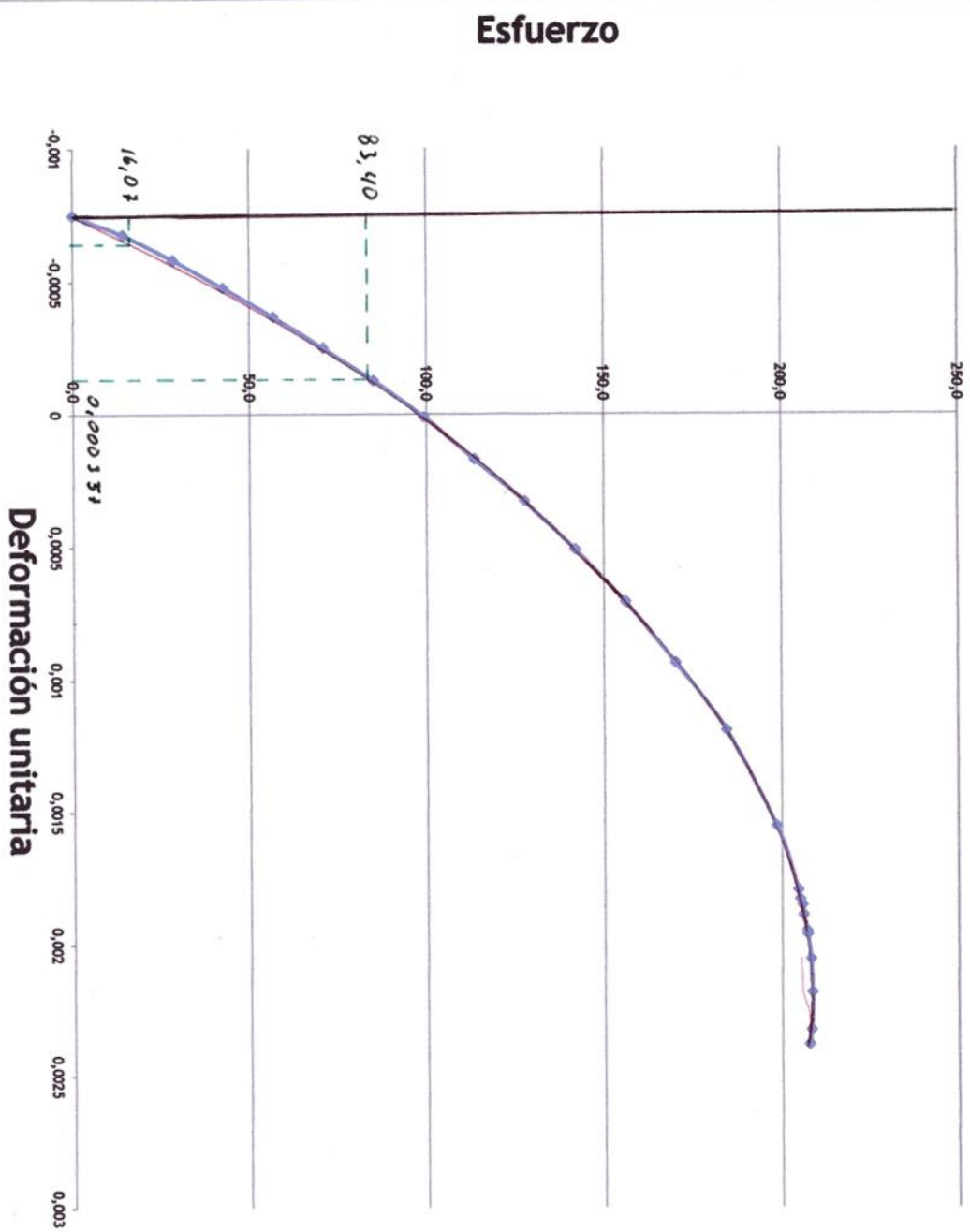
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 19-Oct-2017

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	179.70	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	367510	
r (cm)=	15		EG=	126	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	208.5	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.029	0.014442231	14.2	0.00007221
50000	5098.55507	0.067	0.033366534	28.4	0.00016683
75000	7647.8326	0.109	0.054282869	42.6	0.00027141
100000	10197.1101	0.153	0.076195219	56.7	0.00038098
125000	12746.3877	0.201	0.100099602	70.9	0.00050050
150000	15295.6652	0.250	0.124501992	85.1	0.00062251
175000	17844.9427	0.305	0.15189243	99.3	0.00075946
200000	20394.2203	0.369	0.18376494	113.5	0.00091882
225000	22943.4978	0.433	0.21563745	127.7	0.00107819
250000	25492.7753	0.506	0.251992032	141.9	0.00125996
275000	28042.0529	0.585	0.291334661	156.1	0.00145667
300000	30591.3304	0.677	0.337151394	170.2	0.00168576
325000	33140.608	0.779	0.387948207	184.4	0.00193974
350000	35689.8855	0.925	0.460657371	198.6	0.00230329
360608	36771.5949	1.022	0.508964143	204.6	0.00254482
361526	36865.2044	1.036	0.515936255	205.2	0.00257968
362662	36981.0436	1.045	0.520418327	205.8	0.00260209
363172	37033.0488	1.060	0.527888446	206.1	0.00263944
364982	37217.6165	1.084	0.539840637	207.1	0.00269920
365263	37246.2704	1.089	0.542330677	207.3	0.00271165
366681	37390.8654	1.127	0.56125498	208.1	0.00280627
367510	37475.3995	1.177	0.586155378	208.5	0.00293078
367095	37433.0815	1.234	0.614541833	208.3	0.00307271
366029	37324.3803	1.256	0.625498008	207.7	0.00312749

Módulo de elasticidad 5% 28 Dias Pomasqui $f'_c=208.5 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

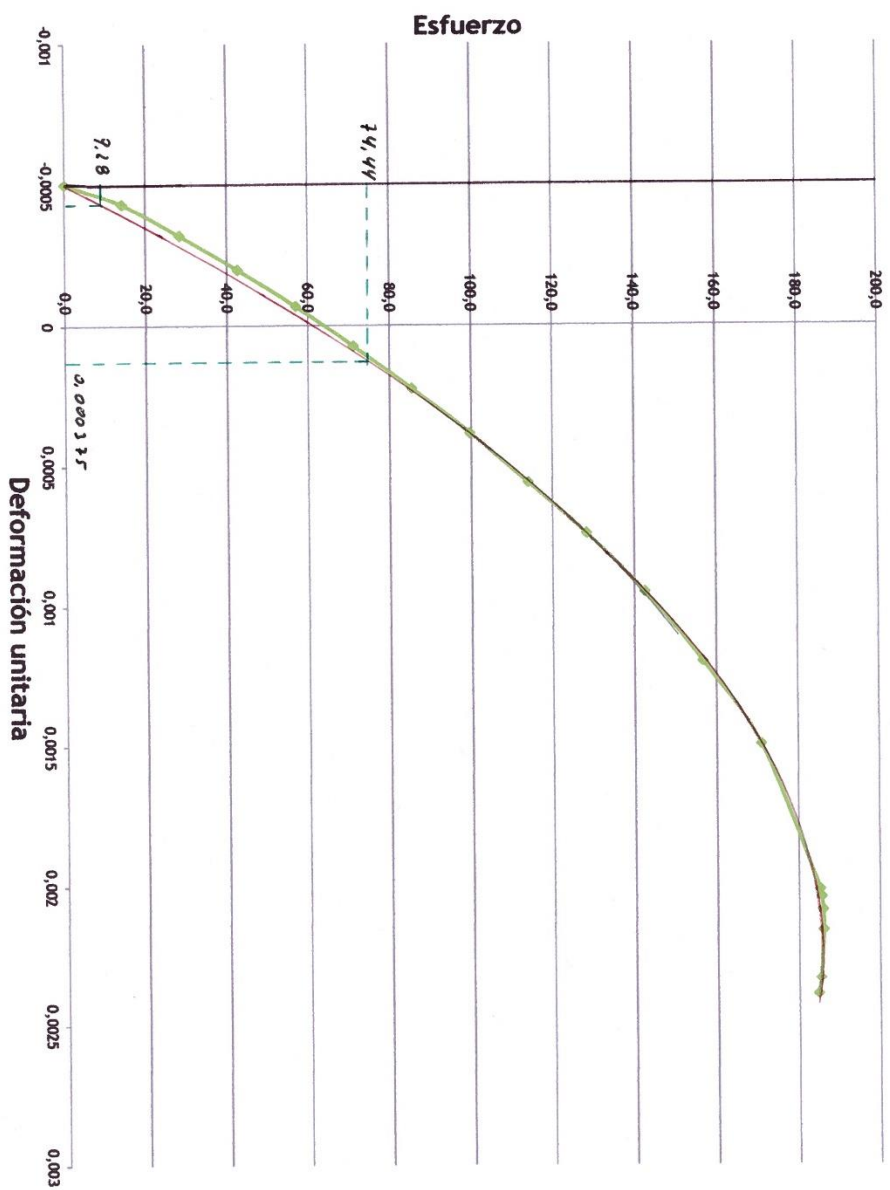
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 19-Oct-2017

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	178.89
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	326556
r (cm)=	15			EG=	124
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	186.1	ER=	126

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.028	0.014112	14.3	0.00007056
50000	5098.55507	0.072	0.036288	28.5	0.00018144
75000	7647.8326	0.120	0.06048	42.8	0.00030240
100000	10197.1101	0.171	0.086184	57.0	0.00043092
125000	12746.3877	0.228	0.114912	71.3	0.00057456
150000	15295.6652	0.288	0.145152	85.5	0.00072576
175000	17844.9427	0.351	0.176904	99.8	0.00088452
200000	20394.2203	0.421	0.212184	114.0	0.00106092
225000	22943.4978	0.493	0.248472	128.3	0.00124236
250000	25492.7753	0.575	0.2898	142.5	0.00144900
275000	28042.0529	0.674	0.339696	156.8	0.00169848
300000	30591.3304	0.792	0.399168	171.0	0.00199584
325000	33140.608	0.998	0.502992	185.3	0.00251496
325610	33202.8103	1.009	0.508536	185.6	0.00254268
326111	33253.8978	1.027	0.517608	185.9	0.00258804
326556	33299.275	1.056	0.532224	186.1	0.00266112
325258	33166.9165	1.125	0.567	185.4	0.00283500
324260	33065.1493	1.149	0.579096	184.8	0.00289548

Módulo de elasticidad 5% 28 días Pomasqui $f'_c=186.1 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

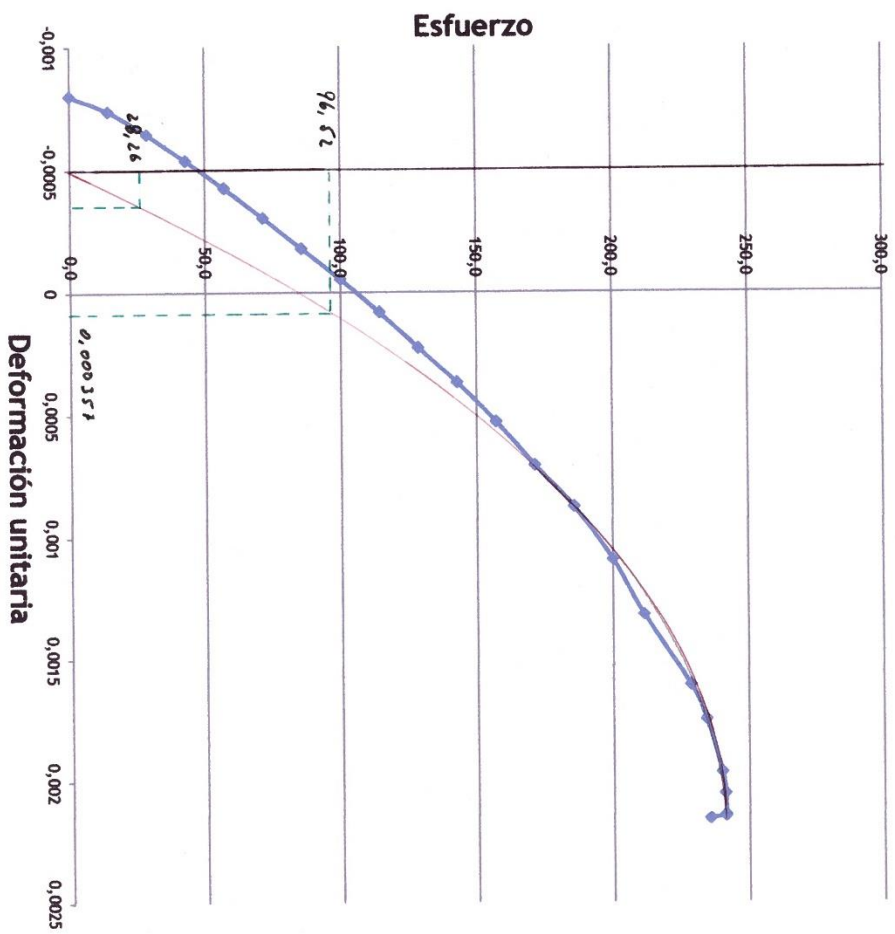
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 19-Oct-2017

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	178.39
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	422365
r (cm)=	15			EG=	124
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	241.3	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.024	0.012143426	14.3	6.07171E-05
50000	5098.55507	0.061	0.030864542	28.6	0.000154323
75000	7647.8326	0.103	0.052115538	42.9	0.000260578
100000	10197.1101	0.147	0.074378486	57.2	0.000371892
125000	12746.3877	0.195	0.098665339	71.5	0.000493327
150000	15295.6652	0.245	0.123964143	85.7	0.000619821
175000	17844.9427	0.295	0.149262948	100.0	0.000746315
200000	20394.2203	0.348	0.176079681	114.3	0.000880398
225000	22943.4978	0.405	0.204920319	128.6	0.001024602
250000	25492.7753	0.462	0.233760956	142.9	0.001168805
275000	28042.0529	0.525	0.26563745	157.2	0.001328187
300000	30591.3304	0.595	0.301055777	171.5	0.001505279
325000	33140.608	0.662	0.334956175	185.8	0.001674781
350000	35689.8855	0.747	0.377964143	200.1	0.001889821
370000	37729.3075	0.837	0.423501992	211.5	0.00211751
400000	40788.4406	0.952	0.481689243	228.6	0.002408446
410000	41808.1516	1.007	0.509517928	234.4	0.00254759
420000	42827.8626	1.093	0.553031873	240.1	0.002765159
421872	43018.7525	1.127	0.57023506	241.1	0.002851175
422365	43069.0242	1.161	0.587438247	241.4	0.002937191
422312	43063.6198	1.163	0.588450199	241.4	0.002942251
412266	42039.2181	1.167	0.590474104	235.7	0.002952371
410013	41809.4772	1.190	0.602111554	234.4	0.003010558
400365	40825.66	1.210	0.612231076	228.9	0.003061155
397999	40584.3964	1.233	0.623868526	227.5	0.003119343
386854	39447.9285	1.255	0.635	221.1	0.003175

**Módulo de elasticidad al 10% 28 días Pomasqui $f_c=241.3$
kg/cm²**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

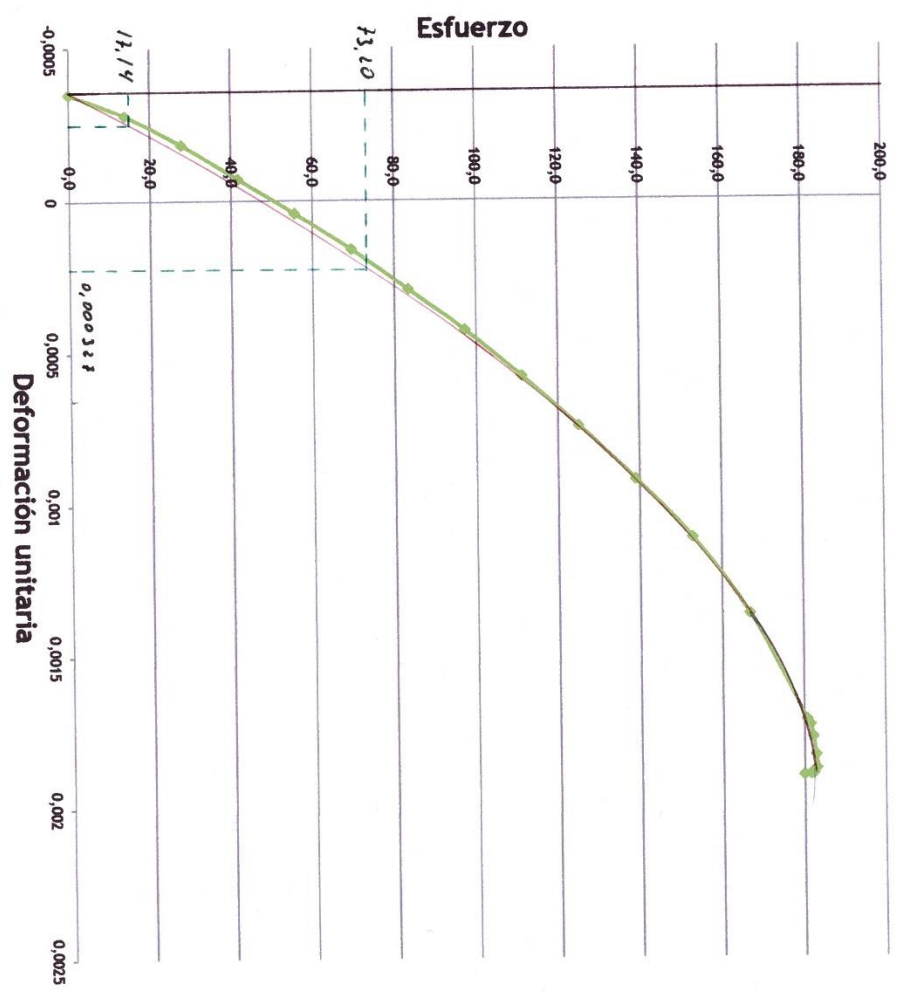
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 19-Oct-2017

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	183.37
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	329248
r (cm)=	15			EG=	123
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	183.0	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.028	0.014224	13.9	0.00007112
50000	5098.55507	0.066	0.033528	27.8	0.00016764
75000	7647.8326	0.110	0.05588	41.7	0.0002794
100000	10197.1101	0.154	0.078232	55.6	0.00039116
125000	12746.3877	0.201	0.102108	69.5	0.00051054
150000	15295.6652	0.253	0.128524	83.4	0.00064262
175000	17844.9427	0.306	0.155448	97.3	0.00077724
200000	20394.2203	0.366	0.185928	111.2	0.00092964
225000	22943.4978	0.431	0.218948	125.1	0.00109474
250000	25492.7753	0.500	0.254	139.0	0.00127
275000	28042.0529	0.576	0.292608	152.9	0.00146304
300000	30591.3304	0.674	0.342392	166.8	0.00171196
325000	33140.608	0.813	0.413004	180.7	0.00206502
326481	33291.6272	0.820	0.41656	181.6	0.0020828
327595	33405.223	0.836	0.424688	182.2	0.00212344
328915	33539.8248	0.859	0.436372	182.9	0.00218186
329248	33573.7812	0.876	0.445008	183.1	0.00222504
327748	33420.8245	0.883	0.448564	182.3	0.00224282
326605	33304.2716	0.884	0.449072	181.6	0.00224536
323513	32988.9769	0.885	0.44958	179.9	0.0022479

Módulo de elasticidad al 10% 28 días Pomasqui $f'_c = 183.0 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

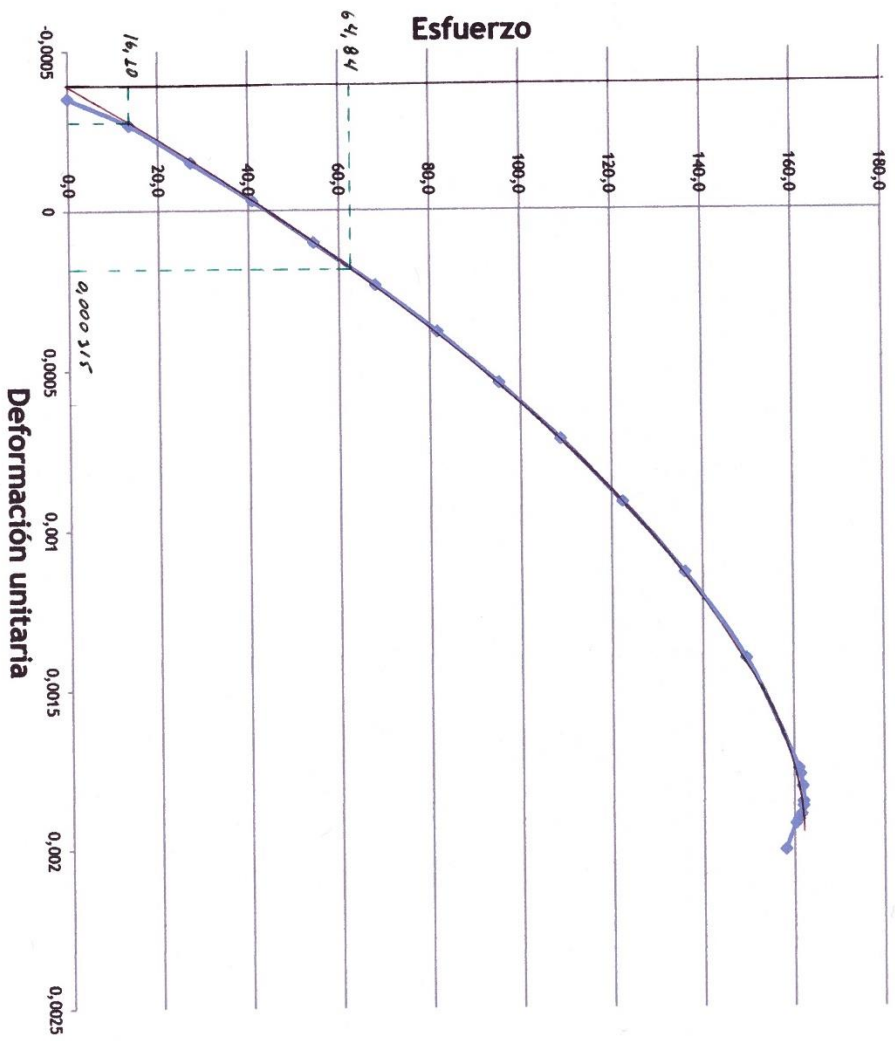
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 19-Oct-2017

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	187.36	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	297878	
r (cm)=	15		EG=	123	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	162.1	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.033	0.016764	13.6	0.00008382
50000	5098.55507	0.079	0.040132	27.2	0.00020066
75000	7647.8326	0.126	0.064008	40.8	0.00032004
100000	10197.1101	0.178	0.090424	54.4	0.00045212
125000	12746.3877	0.230	0.11684	68.0	0.00058420
150000	15295.6652	0.287	0.145796	81.6	0.00072898
175000	17844.9427	0.351	0.178308	95.2	0.00089154
200000	20394.2203	0.420	0.21336	108.9	0.00106680
225000	22943.4978	0.498	0.252984	122.5	0.00126492
250000	25492.7753	0.585	0.29718	136.1	0.00148590
275000	28042.0529	0.691	0.351028	149.7	0.00175514
295988	30182.2224	0.828	0.420624	161.1	0.00210312
296659	30250.645	0.835	0.42418	161.5	0.00212090
297492	30335.5869	0.850	0.4318	161.9	0.00215900
297878	30374.9477	0.869	0.441452	162.1	0.00220726
297779	30364.8526	0.875	0.4445	162.1	0.00222250
297021	30287.5585	0.885	0.44958	161.7	0.00224790
295761	30159.0749	0.891	0.452628	161.0	0.00226314
294760	30057.0018	0.896	0.455168	160.4	0.00227584
290571	29629.8449	0.928	0.471424	158.1	0.00235712

Módulo de elasticidad al 15% 28 días Pomasqui $f_c=162.1 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 28 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

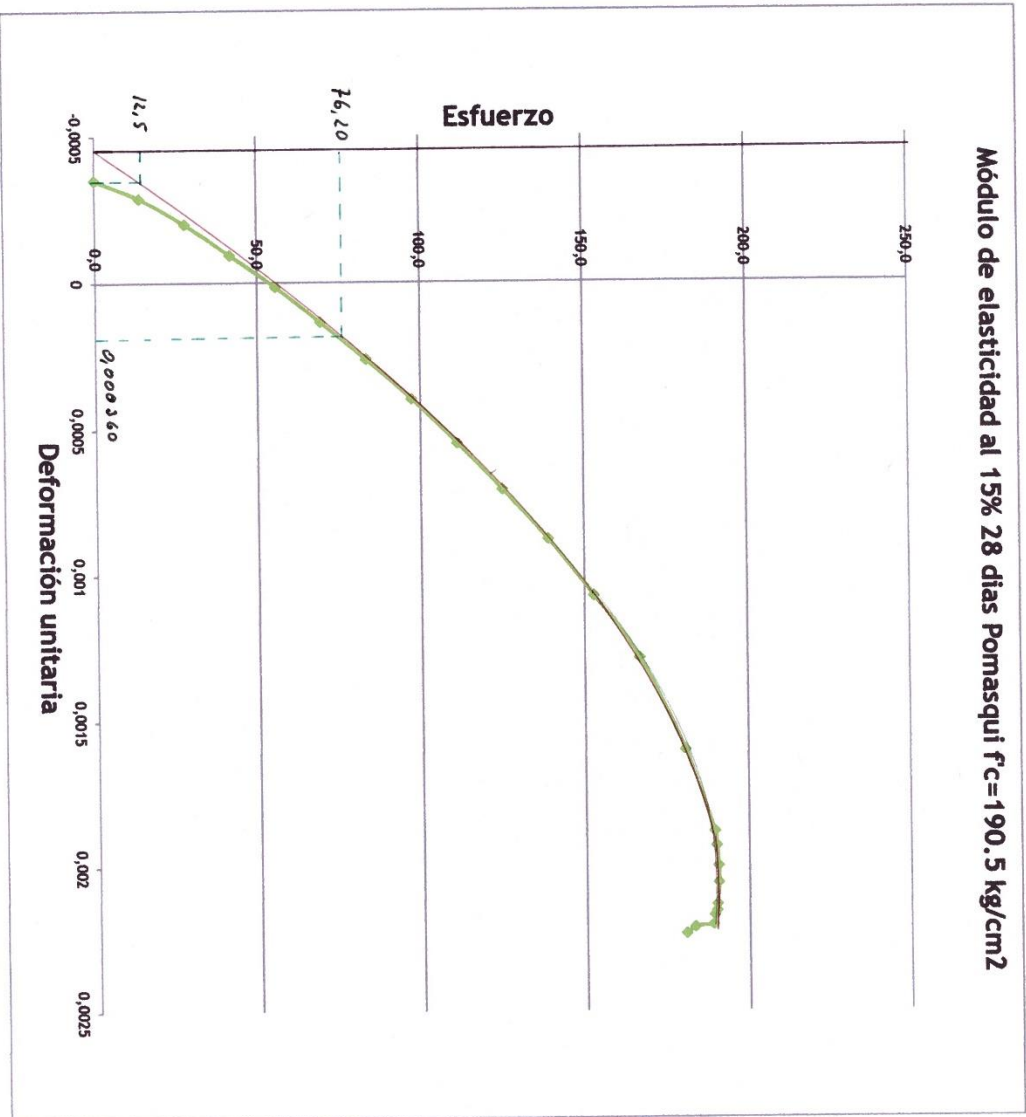
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 19-Oct-2017

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=		183.37
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=		342731
r (cm)=	15		EG=		125
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	190.5	ER=	126

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.025	0.012549801	13.9	0.00006275
50000	5098.55507	0.060	0.030119522	27.8	0.00015060
75000	7647.8326	0.102	0.051203187	41.7	0.00025602
100000	10197.1101	0.145	0.072788845	55.6	0.00036394
125000	12746.3877	0.194	0.097386454	69.5	0.00048693
150000	15295.6652	0.244	0.122486056	83.4	0.00061243
175000	17844.9427	0.298	0.149593625	97.3	0.00074797
200000	20394.2203	0.358	0.179713147	111.2	0.00089857
225000	22943.4978	0.422	0.211840637	125.1	0.00105920
250000	25492.7753	0.490	0.245976096	139.0	0.00122988
275000	28042.0529	0.567	0.284629482	152.9	0.00142315
300000	30591.3304	0.652	0.327298805	166.8	0.00163649
325000	33140.608	0.778	0.390549801	180.7	0.00195275
340666	34738.0872	0.891	0.4472749	189.4	0.00223637
341667	34840.1603	0.910	0.456812749	190.0	0.00228406
342617	34937.0328	0.937	0.470366534	190.5	0.00235183
342731	34948.6576	0.960	0.481912351	190.6	0.00240956
342075	34881.7645	0.990	0.496972112	190.2	0.00248486
341826	34856.3737	0.999	0.50149004	190.1	0.00250745
340348	34705.6604	1.005	0.504501992	189.3	0.00252251
339748	34644.4778	1.018	0.511027888	188.9	0.00255514
329702	33620.0761	1.021	0.512533865	183.3	0.00256267
325032	33143.871	1.030	0.517051793	180.7	0.00258526

Módulo de elasticidad al 15% 28 días Pomasqui $f'_c=190.5 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

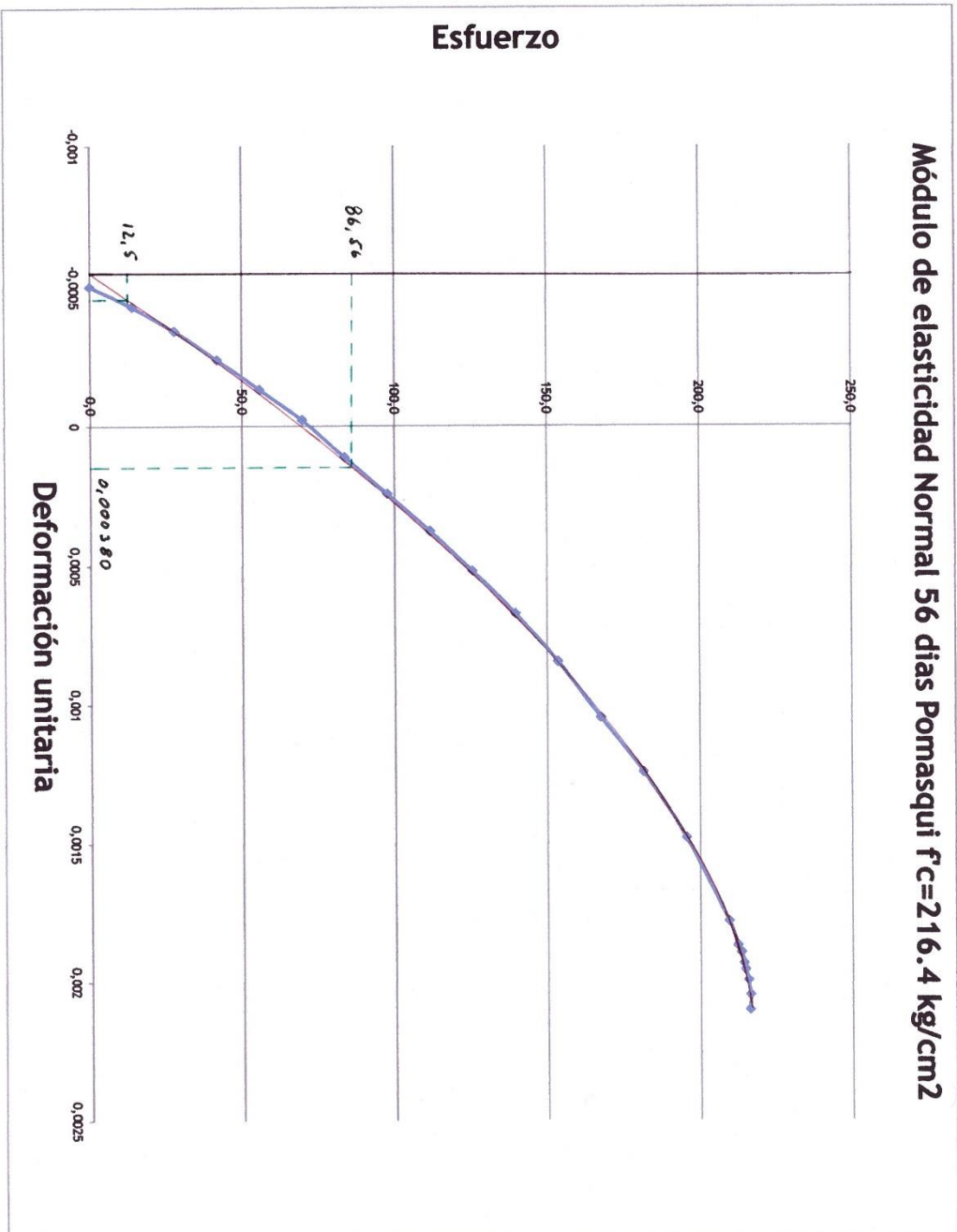
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	182.56	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	387543	
r (cm)=	15		EG=	125	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	216.4	ER=	124

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.029	0.014441767	14.0	0.00007221
50000	5098.55507	0.064	0.031871486	27.9	0.00015936
75000	7647.8326	0.105	0.052289157	41.9	0.00026145
100000	10197.1101	0.148	0.073702811	55.9	0.00036851
125000	12746.3877	0.192	0.095614458	69.8	0.00047807
150000	15295.6652	0.246	0.122506024	83.8	0.00061253
175000	17844.9427	0.299	0.148899598	97.7	0.00074450
200000	20394.2203	0.352	0.175293173	111.7	0.00087647
225000	22943.4978	0.410	0.204176707	125.7	0.00102088
250000	25492.7753	0.471	0.234554217	139.6	0.00117277
275000	28042.0529	0.540	0.268915663	153.6	0.00134458
300000	30591.3304	0.621	0.309253012	167.6	0.00154627
325000	33140.608	0.700	0.348594378	181.5	0.00174297
350000	35689.8855	0.795	0.395903614	195.5	0.00197952
375000	38239.163	0.916	0.456160643	209.5	0.00228080
380103	38759.5216	0.951	0.473590361	212.3	0.00236795
382065	38959.5889	0.961	0.478570281	213.4	0.00239285
383643	39120.4993	0.977	0.486538153	214.3	0.00243269
384503	39208.1944	0.986	0.49102008	214.8	0.00245510
386267	39388.0714	1.001	0.49848996	215.8	0.00249245
387543	39518.1865	1.024	0.509943775	216.5	0.00254972
387200	39483.2105	1.046	0.520899598	216.3	0.00260450

Módulo de elasticidad Normal 56 días Pomasqui $f_c=216.4 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

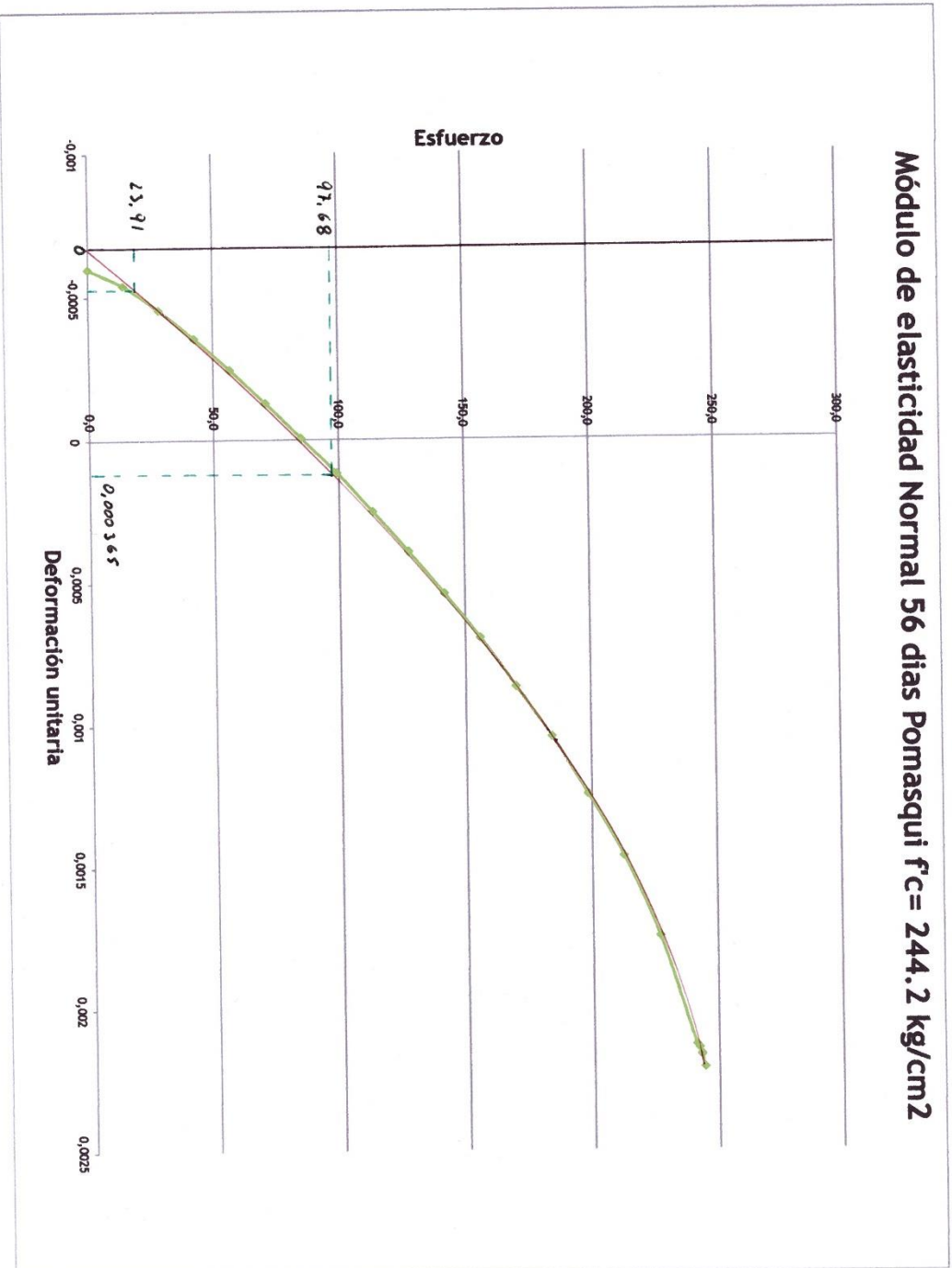
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	179.79
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	430705
r (cm)=	15			EG=	123
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	244.2	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.023	0.011684	14.2	0.00005842
50000	5098.55507	0.057	0.028956	28.4	0.00014478
75000	7647.8326	0.096	0.048768	42.5	0.00024384
100000	10197.1101	0.139	0.070612	56.7	0.00035306
125000	12746.3877	0.185	0.09398	70.9	0.00046990
150000	15295.6652	0.234	0.118872	85.1	0.00059436
175000	17844.9427	0.282	0.143256	99.3	0.00071628
200000	20394.2203	0.336	0.170688	113.4	0.00085344
225000	22943.4978	0.391	0.198628	127.6	0.00099314
250000	25492.7753	0.449	0.228092	141.8	0.00114046
275000	28042.0529	0.510	0.25908	156.0	0.00129540
300000	30591.3304	0.577	0.293116	170.1	0.00146558
325000	33140.608	0.647	0.328676	184.3	0.00164338
350000	35689.8855	0.727	0.369316	198.5	0.00184658
375000	38239.163	0.813	0.413004	212.7	0.00206502
400000	40788.4406	0.923	0.468884	226.9	0.00234442
425000	43337.7181	1.075	0.5461	241.0	0.00273050
427042	43545.9431	1.080	0.54864	242.2	0.00274320
428605	43705.3239	1.089	0.553212	243.1	0.00276606
430705	43919.4632	1.107	0.562356	244.3	0.00281178

Módulo de elasticidad Normal 56 días Pomasqui $f_c = 244.2 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

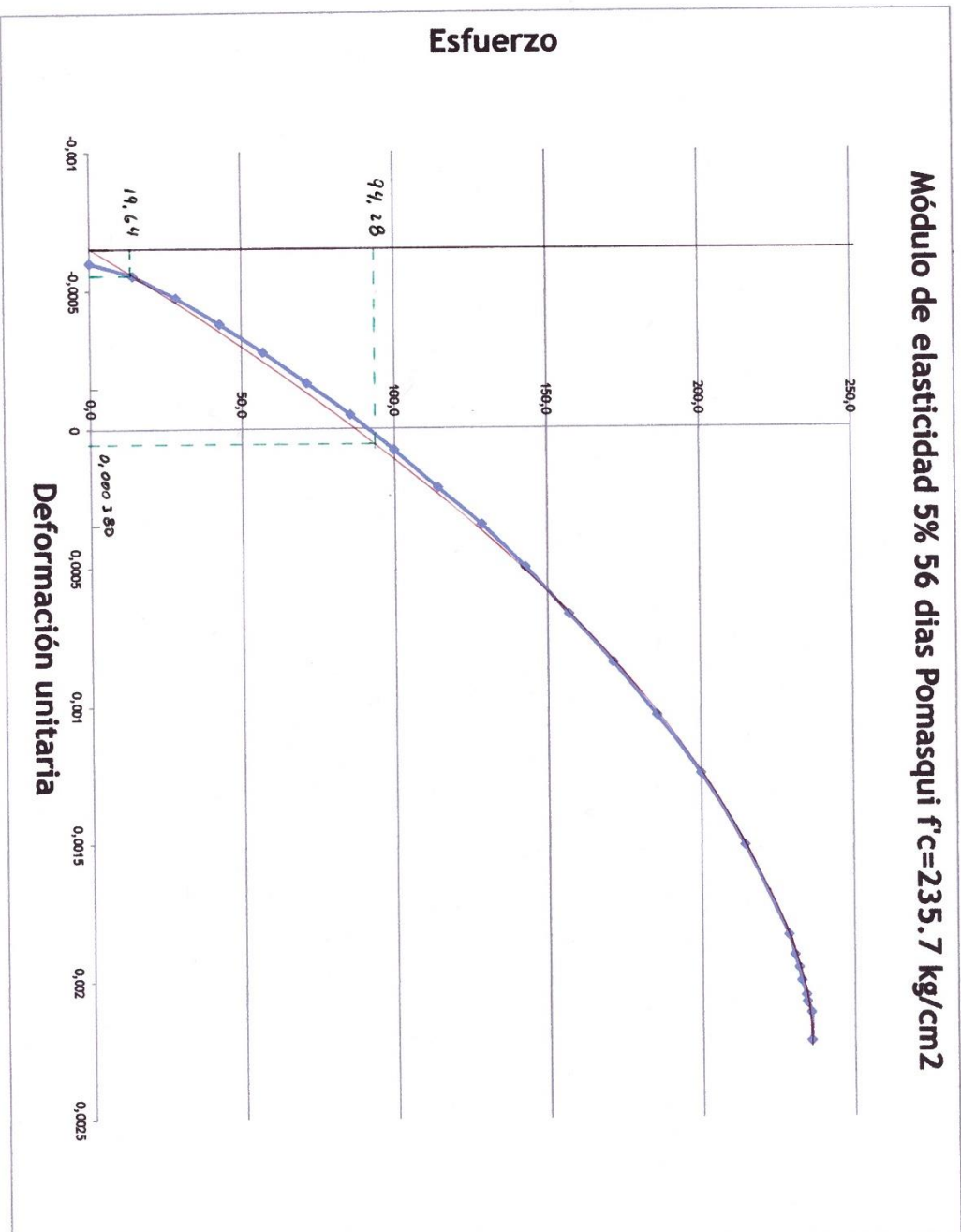
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	178.56	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	412815	
r (cm)=	15		EG=	122	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	235.7	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.019	0.009615385	14.3	0.00004808
50000	5098.55507	0.051	0.025809717	28.6	0.00012905
75000	7647.8326	0.088	0.044534413	42.8	0.00022267
100000	10197.1101	0.128	0.064777328	57.1	0.00032389
125000	12746.3877	0.172	0.087044534	71.4	0.00043522
150000	15295.6652	0.217	0.109817814	85.7	0.00054909
175000	17844.9427	0.268	0.13562753	99.9	0.00067814
200000	20394.2203	0.322	0.162955466	114.2	0.00081478
225000	22943.4978	0.375	0.189777328	128.5	0.00094889
250000	25492.7753	0.436	0.220647773	142.8	0.00110324
275000	28042.0529	0.503	0.254554656	157.0	0.00127277
300000	30591.3304	0.572	0.289473684	171.3	0.00144737
325000	33140.608	0.648	0.327935223	185.6	0.00163968
350000	35689.8855	0.732	0.370445344	199.9	0.00185223
375000	38239.163	0.835	0.42257085	214.2	0.00211285
400000	40788.4406	0.963	0.487348178	228.4	0.00243674
403252	41120.0506	0.992	0.502024291	230.3	0.00251012
405722	41371.9192	1.010	0.511133603	231.7	0.00255567
407173	41519.8793	1.029	0.520748988	232.5	0.00260374
409880	41795.915	1.052	0.532388664	234.1	0.00266194
410345	41843.3316	1.062	0.537449393	234.3	0.00268725
412654	42078.7829	1.076	0.544534413	235.7	0.00272267
412815	42095.2002	1.117	0.565283401	235.8	0.00282642

Módulo de elasticidad 5% 56 días Pomasqui $f'_c=235.7 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

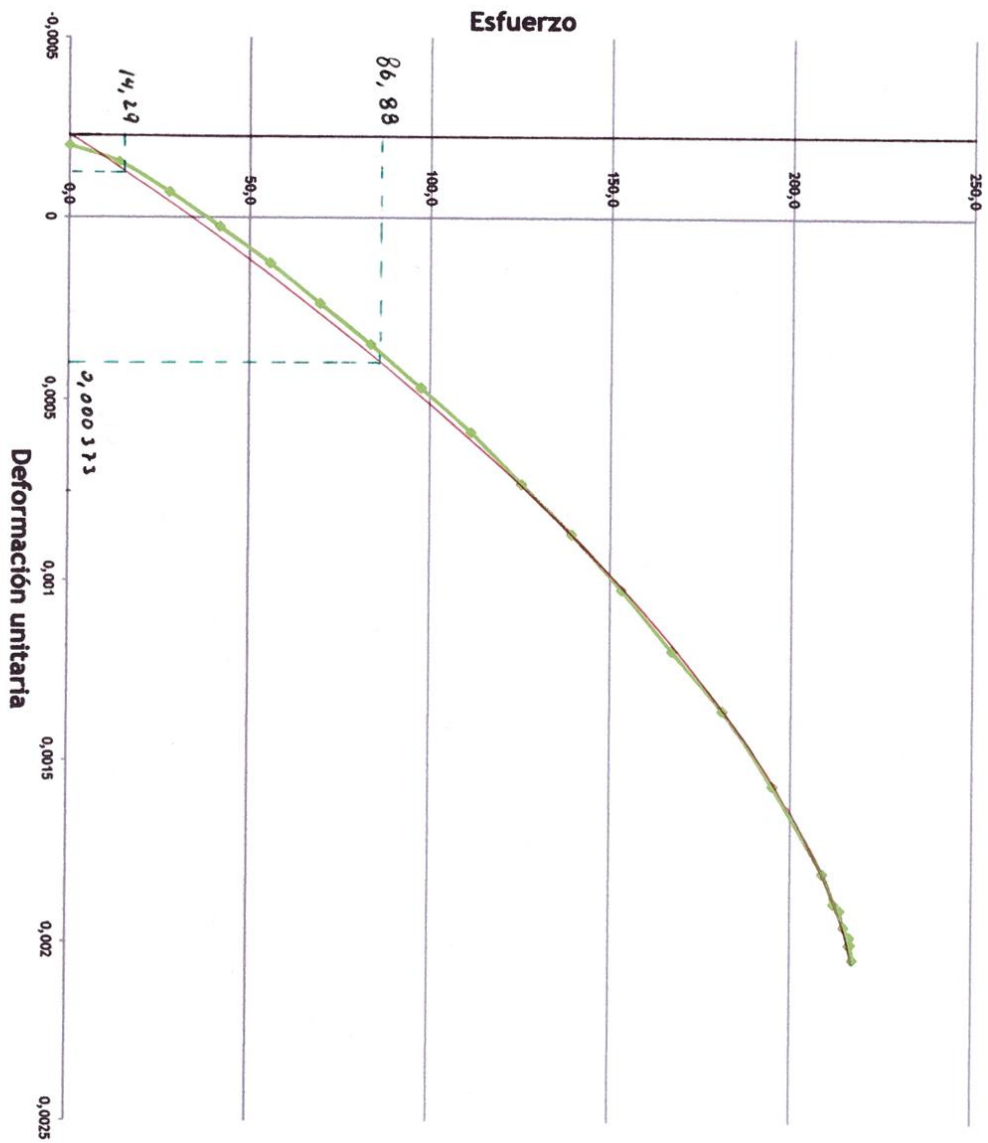
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200		Area(cm²)=	182.99	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	389978	
r (cm)=	15		EG=	124	
PUH (ton/m³)	2.285	f_c max (Kg/cm²)	ER=	129	
		217.2			

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.018	0.009177866	13.9	0.00004589
50000	5098.55507	0.050	0.025494071	27.9	0.00012747
75000	7647.8326	0.088	0.044869565	41.8	0.00022435
100000	10197.1101	0.127	0.064754941	55.7	0.00032377
125000	12746.3877	0.17	0.086679842	69.7	0.00043340
150000	15295.6652	0.214	0.109114625	83.6	0.00054557
175000	17844.9427	0.261	0.133079051	97.5	0.00066540
200000	20394.2203	0.309	0.15755336	111.5	0.00078777
225000	22943.4978	0.365	0.186106719	125.4	0.00093053
250000	25492.7753	0.419	0.213640316	139.3	0.00106820
275000	28042.0529	0.479	0.244233202	153.2	0.00122117
300000	30591.3304	0.545	0.277885375	167.2	0.00138943
325000	33140.608	0.609	0.310517787	181.1	0.00155259
350000	35689.8855	0.692	0.352837945	195.0	0.00176419
375000	38239.163	0.786	0.400766798	209.0	0.00200383
380551	38805.2046	0.819	0.417592885	212.1	0.00208796
383767	39133.1437	0.826	0.421162055	213.9	0.00210581
385675	39327.7045	0.844	0.430339921	214.9	0.00215170
388648	39630.8646	0.855	0.435948617	216.6	0.00217974
389040	39670.8373	0.862	0.439517787	216.8	0.00219759
389978	39766.4862	0.879	0.448185771	217.3	0.00224093
388192	39584.3658	0.863	0.440027668	216.3	0.00220014

Módulo de elasticidad 5% 56 días Pomasqui $f'_c=217.2 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

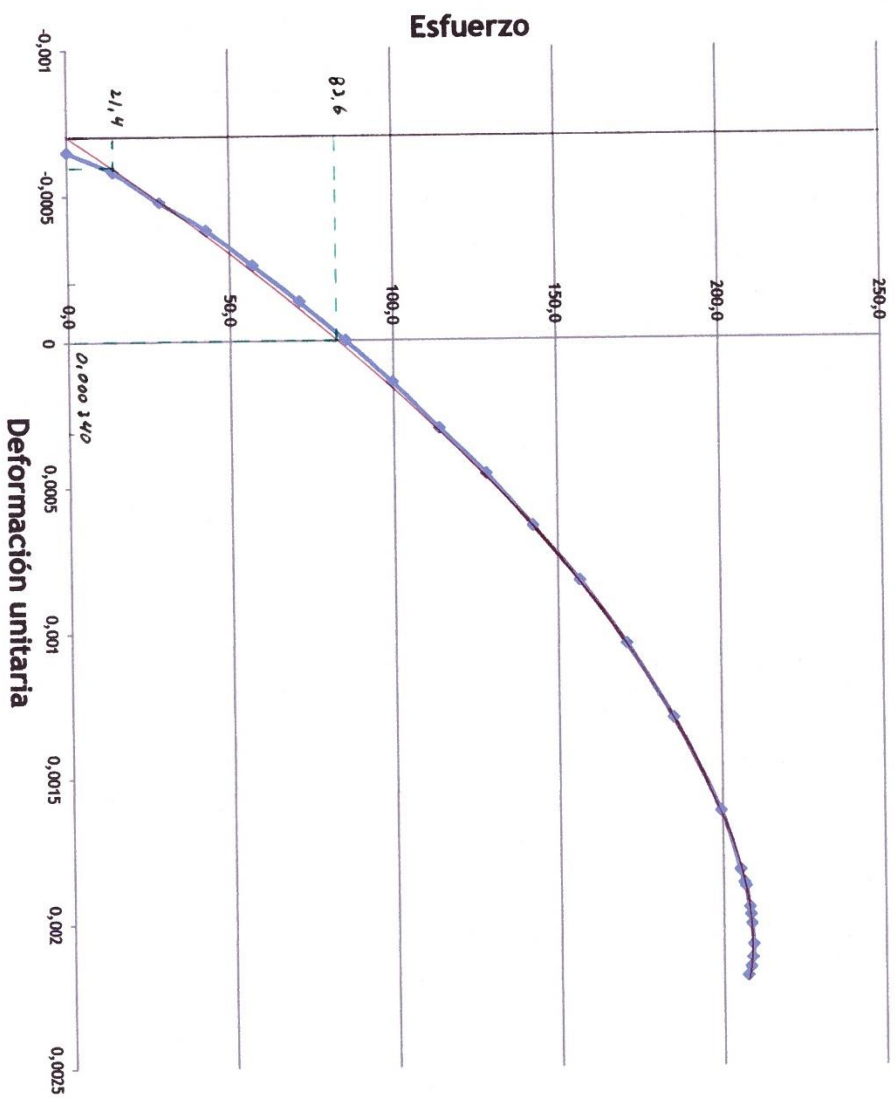
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	178.89	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	366826	
r (cm)=	15		EG=	124	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	209.0	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.027	0.013661355	14.3	0.00006831
50000	5098.55507	0.069	0.034912351	28.5	0.00017456
75000	7647.8326	0.107	0.054139442	42.8	0.00027070
100000	10197.1101	0.155	0.078426295	57.0	0.00039213
125000	12746.3877	0.204	0.103219124	71.3	0.00051610
150000	15295.6652	0.257	0.130035857	85.5	0.00065018
175000	17844.9427	0.314	0.158876494	99.8	0.00079438
200000	20394.2203	0.376	0.190247012	114.0	0.00095124
225000	22943.4978	0.438	0.22161753	128.3	0.00110809
250000	25492.7753	0.510	0.258047809	142.5	0.00129024
275000	28042.0529	0.584	0.29549004	156.8	0.00147745
300000	30591.3304	0.670	0.339003984	171.0	0.00169502
325000	33140.608	0.772	0.390613546	185.3	0.00195307
350000	35689.8855	0.899	0.45487251	199.5	0.00227436
360083	36718.0601	0.979	0.495350598	205.3	0.00247675
362208	36934.7487	0.996	0.503952191	206.5	0.00251976
363008	37016.3256	1.001	0.506482072	206.9	0.00253241
364913	37210.5805	1.029	0.520649402	208.0	0.00260325
365575	37278.0854	1.039	0.525709163	208.4	0.00262855
366005	37321.933	1.052	0.532286853	208.6	0.00266143
366826	37405.6512	1.082	0.547466135	209.1	0.00273733
366470	37369.3495	1.099	0.556067729	208.9	0.00278034
365575	37278.0854	1.112	0.562645418	208.4	0.00281323
363876	37104.8365	1.124	0.568717131	207.4	0.00284359

Módulo de elasticidad al 10% 56 días Pomasqui $f'_c=209.0 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

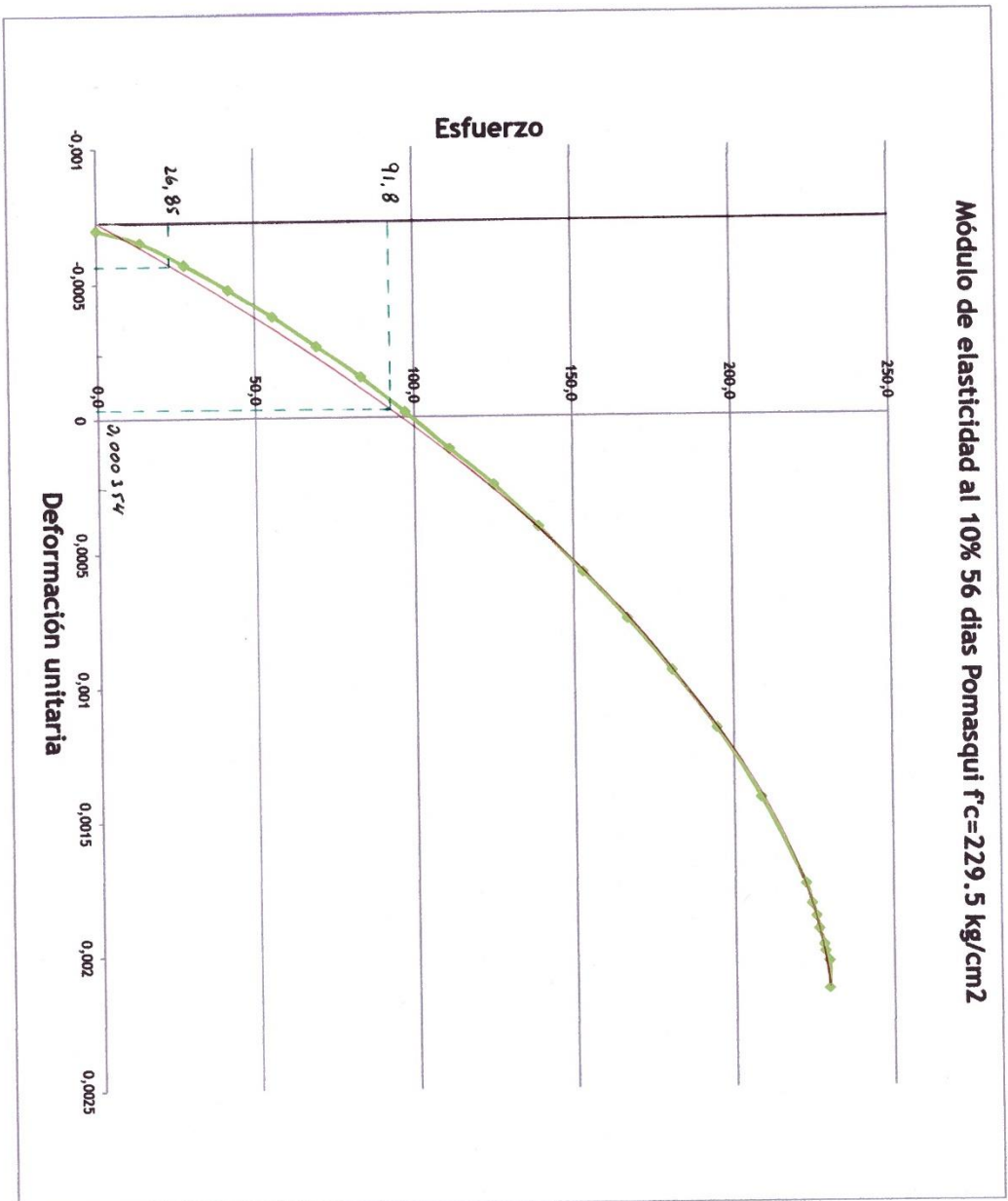
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	183.37
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	412815
r (cm)=	15			EG=	123
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	229.5	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.019	0.009652	13.9	0.00004826
50000	5098.55507	0.051	0.025908	27.8	0.00012954
75000	7647.8326	0.088	0.044704	41.7	0.00022352
100000	10197.1101	0.128	0.065024	55.6	0.00032512
125000	12746.3877	0.172	0.087376	69.5	0.00043688
150000	15295.6652	0.217	0.110236	83.4	0.00055118
175000	17844.9427	0.268	0.136144	97.3	0.00068072
200000	20394.2203	0.322	0.163576	111.2	0.00081788
225000	22943.4978	0.375	0.1905	125.1	0.00095250
250000	25492.7753	0.436	0.221488	139.0	0.00110744
275000	28042.0529	0.503	0.255524	152.9	0.00127762
300000	30591.3304	0.572	0.290576	166.8	0.00145288
325000	33140.608	0.648	0.329184	180.7	0.00164592
350000	35689.8855	0.732	0.371856	194.6	0.00185928
375000	38239.163	0.835	0.42418	208.5	0.00212090
400000	40788.4406	0.963	0.489204	222.4	0.00244602
403252	41120.0506	0.992	0.503936	224.2	0.00251968
405722	41371.9192	1.010	0.51308	225.6	0.00256540
407173	41519.8793	1.029	0.522732	226.4	0.00261366
409880	41795.915	1.052	0.534416	227.9	0.00267208
410345	41843.3316	1.062	0.539496	228.2	0.00269748
412654	42078.7829	1.076	0.546608	229.5	0.00273304
412815	42095.2002	1.117	0.567436	229.6	0.00283718

Módulo de elasticidad al 10% 56 días Pomasqui $f'_c=229.5 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

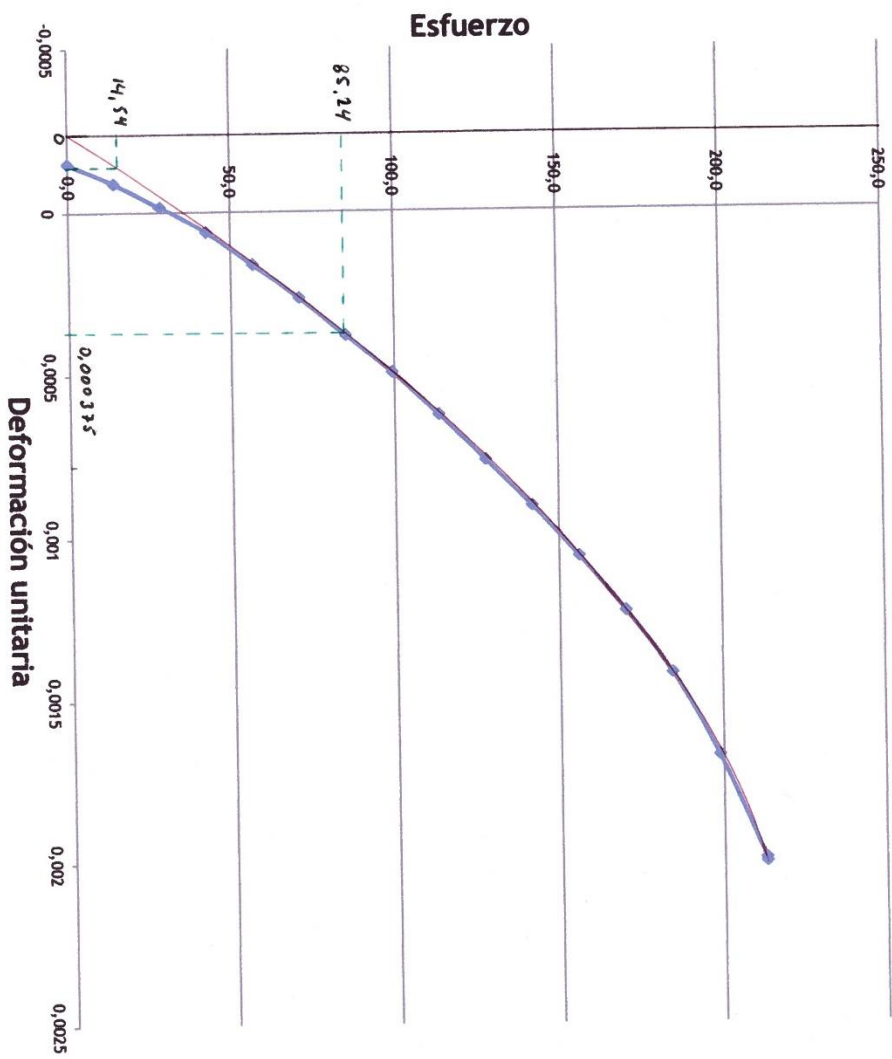
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	179.54	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	375262	
r (cm)=	15		EG=	124	
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	213.1	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.024	0.012048193	14.2	0.00006024
50000	5098.55507	0.053	0.026606426	28.4	0.00013303
75000	7647.8326	0.084	0.042168675	42.6	0.00021084
100000	10197.1101	0.124	0.062248996	56.8	0.00031124
125000	12746.3877	0.165	0.082831325	71.0	0.00041416
150000	15295.6652	0.211	0.105923695	85.2	0.00052962
175000	17844.9427	0.257	0.129016064	99.4	0.00064508
200000	20394.2203	0.309	0.155120482	113.6	0.00077560
225000	22943.4978	0.364	0.182730924	127.8	0.00091365
250000	25492.7753	0.421	0.211345382	142.0	0.00105673
275000	28042.0529	0.483	0.24246988	156.2	0.00121235
300000	30591.3304	0.550	0.276104418	170.4	0.00138052
325000	33140.608	0.627	0.314759036	184.6	0.00157380
350000	35689.8855	0.728	0.365461847	198.8	0.00182731
375000	38239.163	0.855	0.429216867	213.0	0.00214608
375262	38265.8794	0.859	0.4312249	213.1	0.00215612

Módulo de elasticidad al 15% 56 días Pomasqui $f'_c=213.1 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

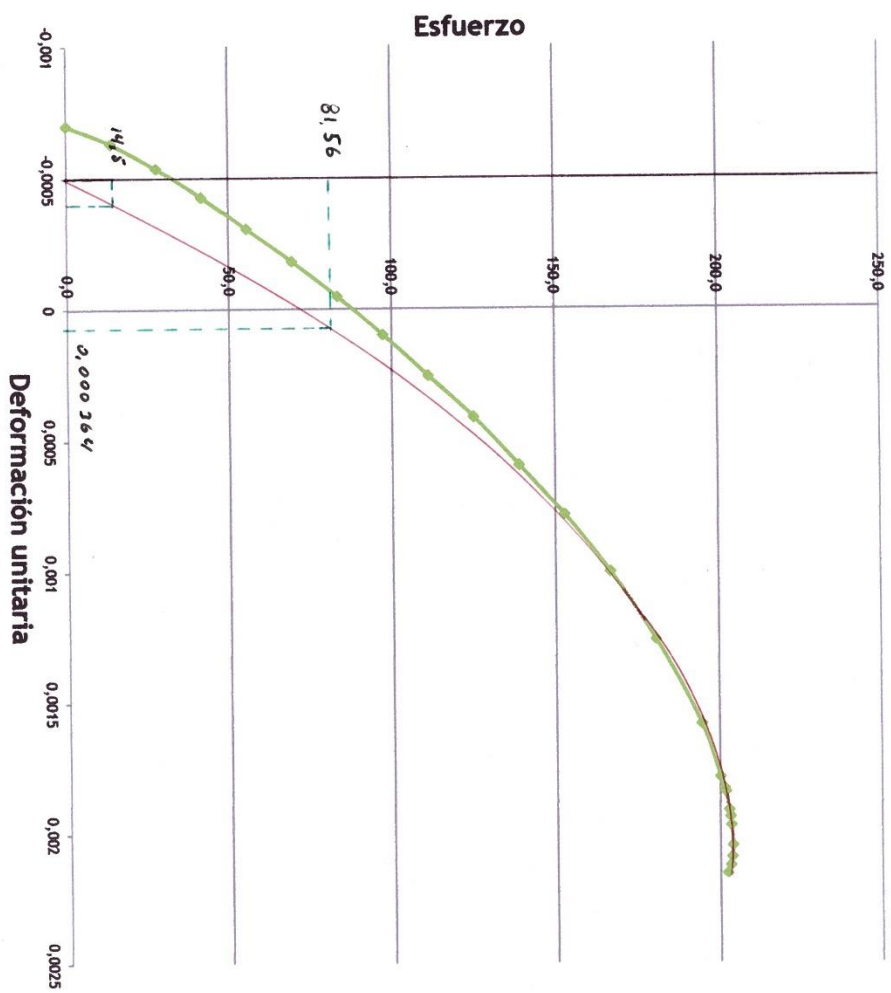
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	183.37
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	366826
r (cm)=	15			EG=	124
PUH (ton/m3)	2.285	f'c max (Kg/cm2)	203.9	ER=	128

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.027	0.013714286	13.9	0.00006857
50000	5098.55507	0.064	0.032507937	27.8	0.00016254
75000	7647.8326	0.107	0.054349206	41.7	0.00027175
100000	10197.1101	0.155	0.078730159	55.6	0.00039365
125000	12746.3877	0.204	0.103619048	69.5	0.00051810
150000	15295.6652	0.257	0.130539683	83.4	0.00065270
175000	17844.9427	0.314	0.159492063	97.3	0.00079746
200000	20394.2203	0.376	0.190984127	111.2	0.00095492
225000	22943.4978	0.438	0.22247619	125.1	0.00111238
250000	25492.7753	0.510	0.259047619	139.0	0.00129524
275000	28042.0529	0.584	0.296634921	152.9	0.00148317
300000	30591.3304	0.670	0.34031746	166.8	0.00170159
325000	33140.608	0.772	0.392126984	180.7	0.00196063
350000	35689.8855	0.899	0.456634921	194.6	0.00228317
360083	36718.0601	0.979	0.497269841	200.2	0.00248635
362208	36934.7487	0.996	0.505904762	201.4	0.00252952
363008	37016.3256	1.001	0.508444444	201.9	0.00254222
364913	37210.5805	1.029	0.522666667	202.9	0.00261333
365575	37278.0854	1.039	0.527746032	203.3	0.00263873
366005	37321.933	1.052	0.534349206	203.5	0.00267175
366826	37405.6512	1.082	0.549587302	204.0	0.00274794
366470	37369.3495	1.099	0.558222222	203.8	0.00279111
365575	37278.0854	1.112	0.564825397	203.3	0.00282413
363876	37104.8365	1.124	0.570920635	202.3	0.00285460

Módulo de elasticidad al 15% 56 días Pomasqui $f'_c=203.9 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

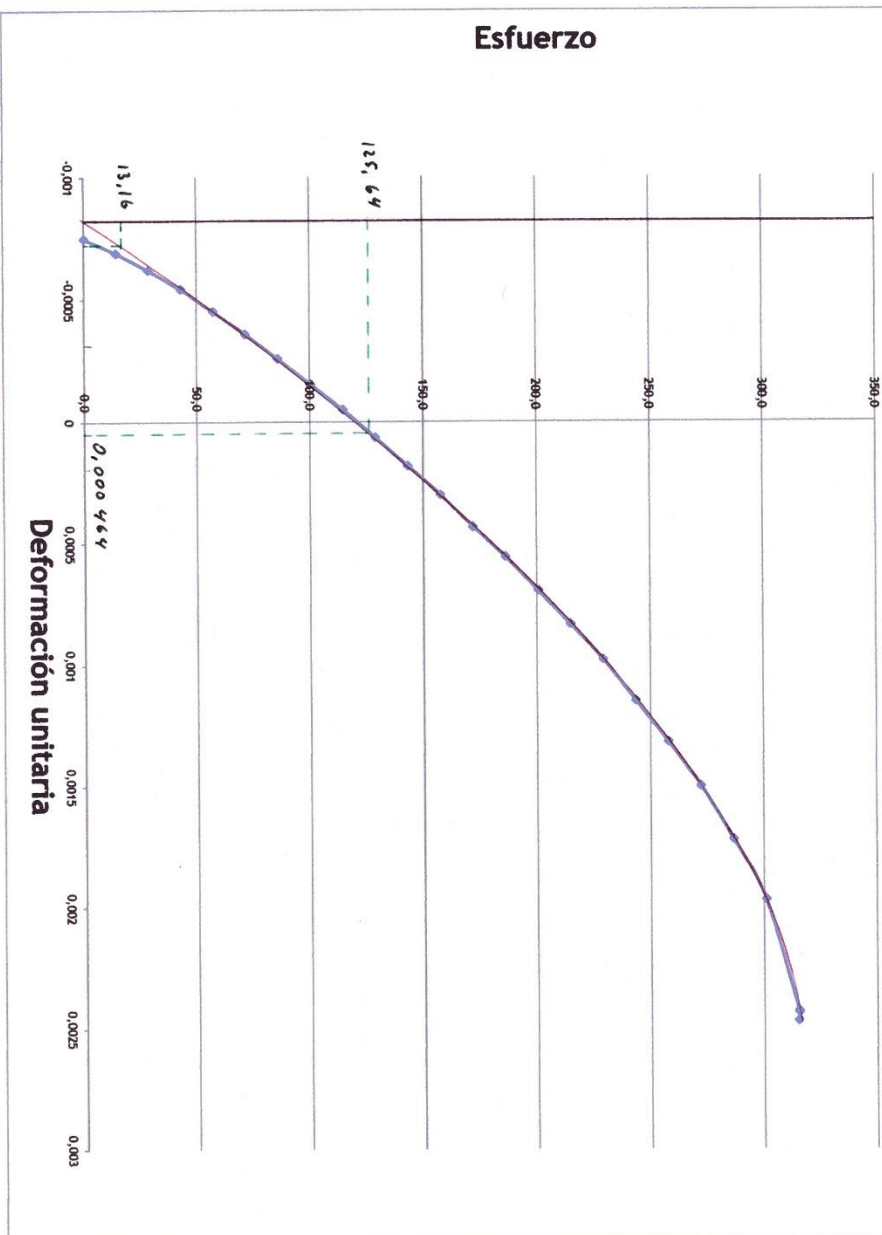
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 14-Dic-2017

MUESTRA					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	177.89	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	548080	
r (cm)=	15		EG=	127	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	314.1	ER=	126

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.024	0.011952569	14.3	0.00005976
50000	5098.55507	0.052	0.025897233	28.7	0.00012949
75000	7647.8326	0.083	0.041335968	43.0	0.00020668
100000	10197.1101	0.120	0.059762846	57.3	0.00029881
125000	12746.3877	0.157	0.078189723	71.7	0.00039095
150000	15295.6652	0.197	0.098110672	86.0	0.00049055
175000	17844.9427	0.239	0.119027668	100.3	0.00059514
200000	20394.2203	0.281	0.139944664	114.6	0.00069972
225000	22943.4978	0.327	0.162853755	129.0	0.00081427
250000	25492.7753	0.374	0.18626087	143.3	0.00093130
275000	28042.0529	0.422	0.210166008	157.6	0.00105083
300000	30591.3304	0.475	0.236561265	172.0	0.00118281
325000	33140.608	0.524	0.260964427	186.3	0.00130482
350000	35689.8855	0.580	0.288853755	200.6	0.00144427
375000	38239.163	0.636	0.316743083	215.0	0.00158372
400000	40788.4406	0.694	0.345628458	229.3	0.00172814
425000	43337.7181	0.761	0.378996047	243.6	0.00189498
450000	45886.9956	0.829	0.41286166	257.9	0.00206431
475000	48436.2732	0.904	0.450213439	272.3	0.00225107
500000	50985.5507	0.992	0.494039526	286.6	0.00247020
525000	53534.8282	1.092	0.543841897	300.9	0.00271921
550000	56084.1058	1.275	0.634980237	315.3	0.00317490
550179	56102.3586	1.280	0.637470356	315.4	0.00318735
549788	56062.4879	1.294	0.644442688	315.1	0.00322221
548080	55888.3212	1.316	0.655399209	314.2	0.00327700

**Módulo de elasticidad Normal 91 días Pomasqui $f'_c=314.1$
kg/cm²**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

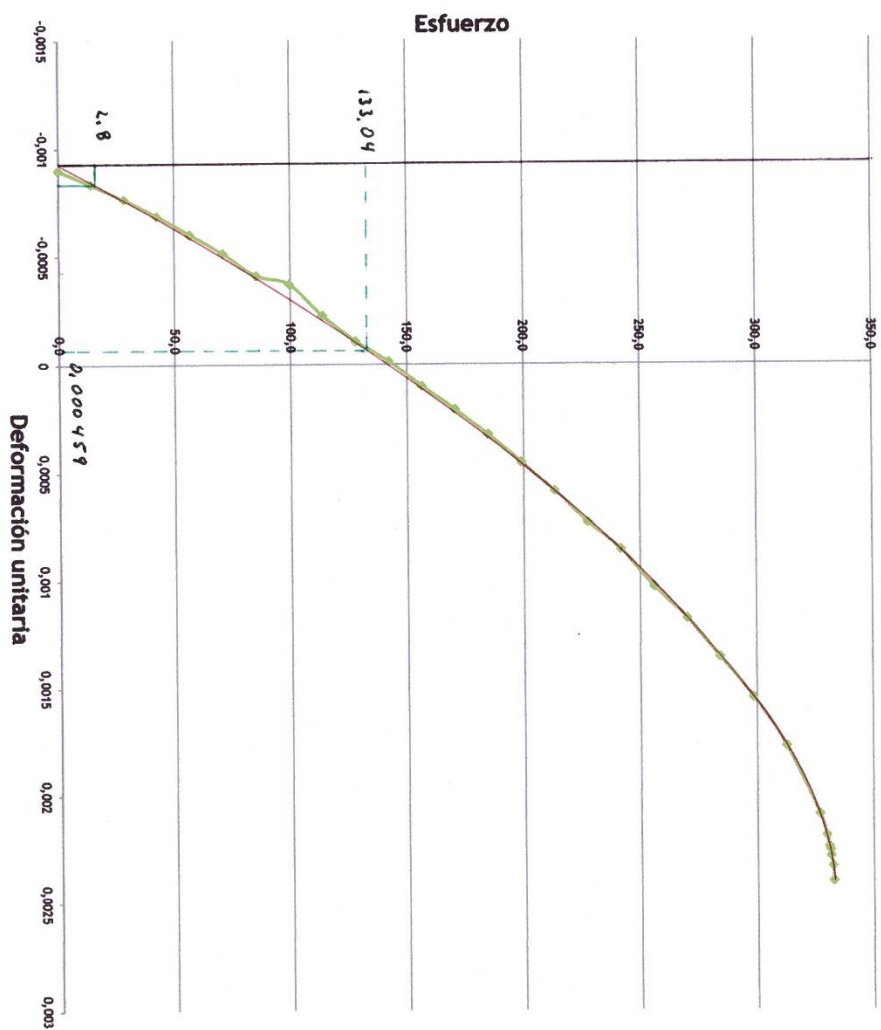
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 14-Dic-2017

MUESTRA					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	179.32
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	585024
r (cm)=	15			EG=	127
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	332.6	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.026	0.012896825	14.2	0.00006448
50000	5098.55507	0.055	0.027281746	28.4	0.00013641
75000	7647.8326	0.087	0.043154762	42.7	0.00021577
100000	10197.1101	0.121	0.060019841	56.9	0.00030010
125000	12746.3877	0.156	0.077380952	71.1	0.00038690
150000	15295.6652	0.197	0.097718254	85.3	0.00048859
175000	17844.9427	0.213	0.105654762	99.5	0.00052827
200000	20394.2203	0.271	0.134424603	113.7	0.00067212
225000	22943.4978	0.319	0.158234127	128.0	0.00079117
250000	25492.7753	0.357	0.177083333	142.2	0.00088542
275000	28042.0529	0.403	0.199900794	156.4	0.00099950
300000	30591.3304	0.447	0.22172619	170.6	0.00110863
325000	33140.608	0.494	0.245039683	184.8	0.00122520
350000	35689.8855	0.546	0.270833333	199.0	0.00135417
375000	38239.163	0.599	0.297123016	213.3	0.00148562
400000	40788.4406	0.658	0.326388889	227.5	0.00163194
425000	43337.7181	0.709	0.351686508	241.7	0.00175843
450000	45886.9956	0.778	0.385912698	255.9	0.00192956
475000	48436.2732	0.837	0.415178571	270.1	0.00207589
500000	50985.5507	0.910	0.451388889	284.3	0.00225694
525000	53534.8282	0.987	0.489583333	298.6	0.00244792
550000	56084.1058	1.078	0.534722222	312.8	0.00267361
575000	58633.3833	1.206	0.598214286	327.0	0.00299107
580088	59152.2123	1.245	0.617559524	329.9	0.00308780
581791	59325.869	1.266	0.62797619	330.8	0.00313988
582894	59438.3432	1.272	0.630952381	331.5	0.00315476
583240	59473.6252	1.283	0.63640873	331.7	0.00318204
584626	59614.9571	1.302	0.645833333	332.5	0.00322917
585217	59675.222	1.330	0.659722222	332.8	0.00329861
585300	59683.6856	1.337	0.663194444	332.8	0.00331597
585024	59655.5416	1.352	0.670634921	332.7	0.00335317

Módulo de elasticidad Normal 91 días Pomasqui $f'_c=332.6 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

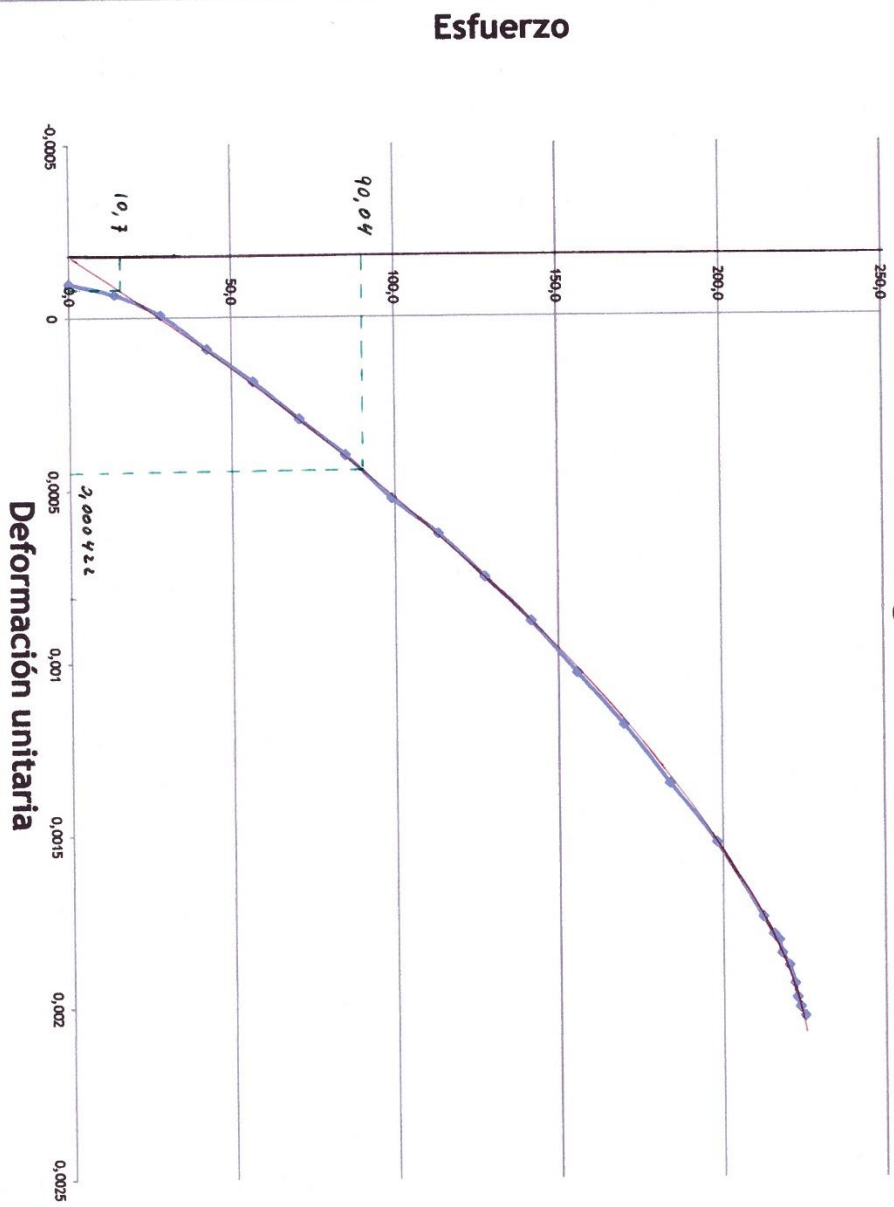
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	180.03	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	397460	
r (cm)=	15		EG=	125	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	225.1	ER=	126

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.013	0.006525896	14.2	0.00003263
50000	5098.55507	0.037	0.018573705	28.3	0.00009287
75000	7647.8326	0.076	0.038151394	42.5	0.00019076
100000	10197.1101	0.114	0.057227092	56.6	0.00028614
125000	12746.3877	0.157	0.078812749	70.8	0.00039406
150000	15295.6652	0.199	0.099896414	85.0	0.00049948
175000	17844.9427	0.249	0.124996016	99.1	0.00062498
200000	20394.2203	0.289	0.145075697	113.3	0.00072538
225000	22943.4978	0.339	0.170175299	127.4	0.00085088
250000	25492.7753	0.391	0.196278884	141.6	0.00098139
275000	28042.0529	0.451	0.226398406	155.8	0.00113199
300000	30591.3304	0.511	0.256517928	169.9	0.00128259
325000	33140.608	0.579	0.290653386	184.1	0.00145327
350000	35689.8855	0.648	0.325290837	198.2	0.00162645
375000	38239.163	0.735	0.368964143	212.4	0.00184482
380685	38818.8687	0.755	0.379003984	215.6	0.00189502
383586	39114.6869	0.762	0.382517928	217.3	0.00191259
385016	39260.5056	0.777	0.390047809	218.1	0.00195024
389052	39672.0609	0.791	0.397075697	220.4	0.00198538
391871	39959.5175	0.812	0.40761753	222.0	0.00203809
393115	40086.3695	0.828	0.415649402	222.7	0.00207825
394789	40257.0691	0.839	0.421171315	223.6	0.00210586
397460	40529.434	0.849	0.426191235	225.1	0.00213096

Módulo de elasticidad 5% 91 días Pomasqui $f'_c=225.1$ kg/cm²



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

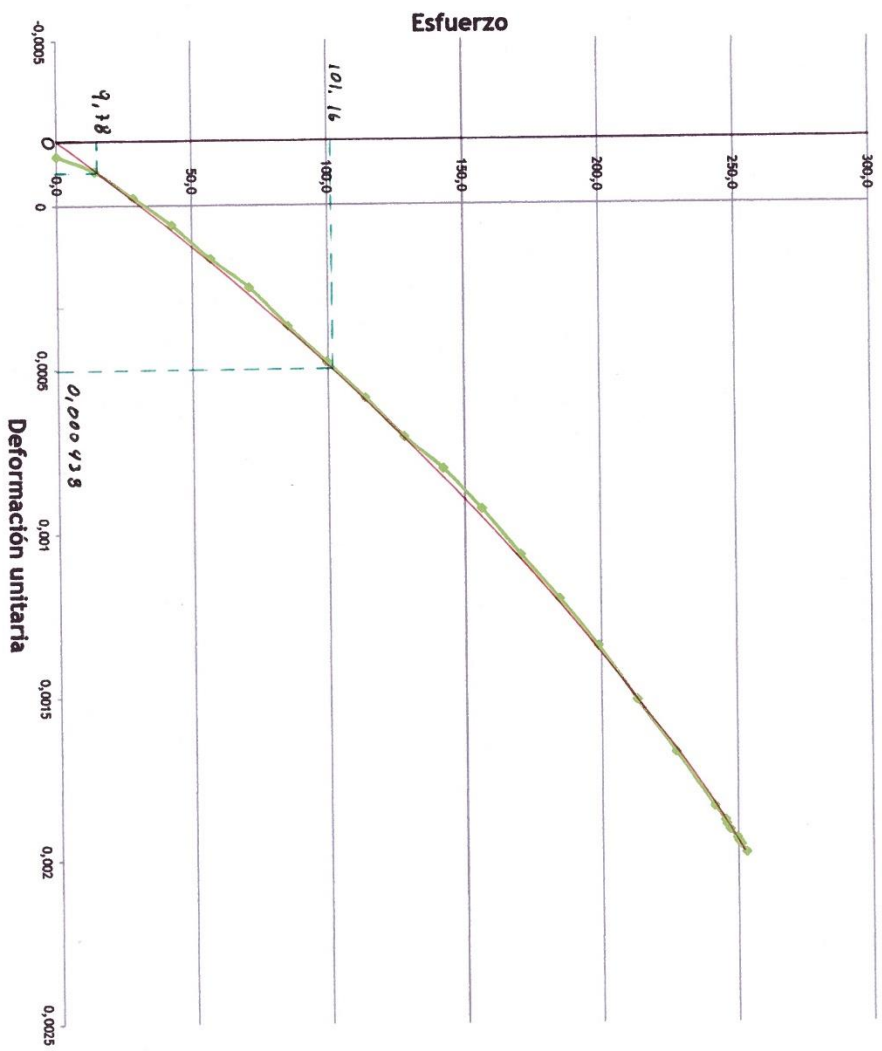
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200			Area(cm²)=	179.43
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	445208
r (cm)=	15			EG=	127
PUH (ton/m³)	2.285	f_c max (Kg/cm²)	252.9	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.018	0.009	14.2	0.00004500
50000	5098.55507	0.050	0.025	28.4	0.00012500
75000	7647.8326	0.084	0.042	42.6	0.00021000
100000	10197.1101	0.125	0.0625	56.8	0.00031250
125000	12746.3877	0.160	0.08	71.0	0.00040000
150000	15295.6652	0.207	0.1035	85.2	0.00051750
175000	17844.9427	0.251	0.1255	99.5	0.00062750
200000	20394.2203	0.295	0.1475	113.7	0.00073750
225000	22943.4978	0.342	0.171	127.9	0.00085500
250000	25492.7753	0.381	0.1905	142.1	0.00095250
275000	28042.0529	0.431	0.2155	156.3	0.00107750
300000	30591.3304	0.487	0.2435	170.5	0.00121750
325000	33140.608	0.541	0.2705	184.7	0.00135250
350000	35689.8855	0.599	0.2995	198.9	0.00149750
375000	38239.163	0.665	0.3325	213.1	0.00166250
400000	40788.4406	0.729	0.3645	227.3	0.00182250
425000	43337.7181	0.796	0.398	241.5	0.00199000
431755	44026.5329	0.813	0.4065	245.4	0.00203250
432685	44121.366	0.818	0.409	245.9	0.00204500
434635	44320.2097	0.825	0.4125	247.0	0.00206250
439295	44795.395	0.835	0.4175	249.6	0.00208750
440243	44892.0636	0.839	0.4195	250.2	0.00209750
441982	45069.3913	0.843	0.4215	251.2	0.00210750
445208	45398.3501	0.853	0.4265	253.0	0.00213250

Módulo de elasticidad 5% 91 días Pomasqui $f'_c=252.9$ kg/cm²



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

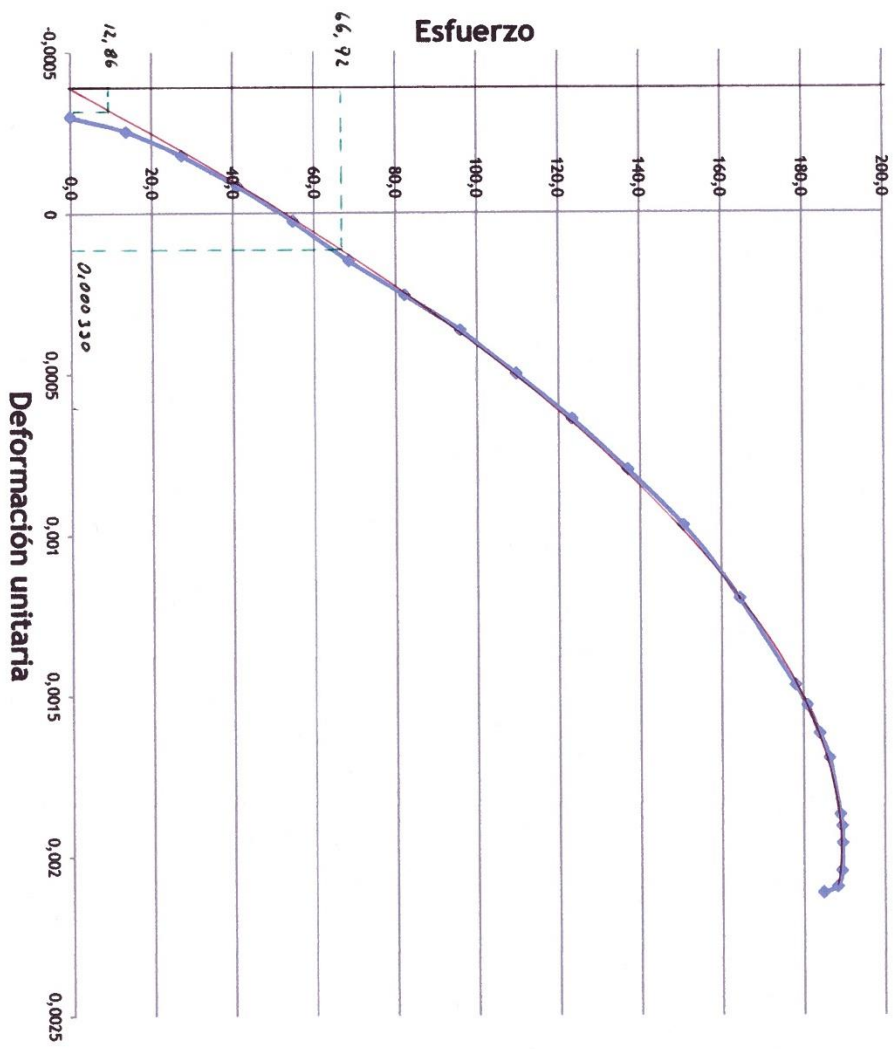
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	186.02
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	305213
r (cm)=	15			EG=	127
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max	167.3	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.018	0.009	13.7	0.0004500
50000	5098.55507	0.048	0.024	27.4	0.0012000
75000	7647.8326	0.086	0.043	41.1	0.0021500
100000	10197.1101	0.130	0.065	54.8	0.0032500
125000	12746.3877	0.179	0.0895	68.5	0.0044750
150000	15295.6652	0.222	0.111	82.2	0.0055500
175000	17844.9427	0.266	0.133	95.9	0.0066500
200000	20394.2203	0.320	0.16	109.6	0.0080000
225000	22943.4978	0.376	0.188	123.3	0.0094000
250000	25492.7753	0.439	0.2195	137.0	0.0109750
275000	28042.0529	0.508	0.254	150.7	0.0127000
300000	30591.3304	0.599	0.2995	164.4	0.0149750
325000	33140.608	0.708	0.354	178.2	0.0177000
330159	33666.6769	0.733	0.3665	181.0	0.0183250
335827	34244.6491	0.768	0.384	184.1	0.0192000
340089	34679.2499	0.798	0.399	186.4	0.0199500
345035	35183.599	0.869	0.4345	189.1	0.0217250
345775	35259.0576	0.883	0.4415	189.5	0.0220750
345826	35264.2581	0.904	0.452	189.6	0.0226000
345528	35233.8707	0.939	0.4695	189.4	0.0234750
343697	35047.1616	0.959	0.4795	188.4	0.0239750
337226	34387.3066	0.966	0.483	184.9	0.0241500
305213	31122.9058	0.997	0.4985	167.3	0.0249250

Módulo de elasticidad al 10% 91 días Pomasqui $f_c=167.3 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 56 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

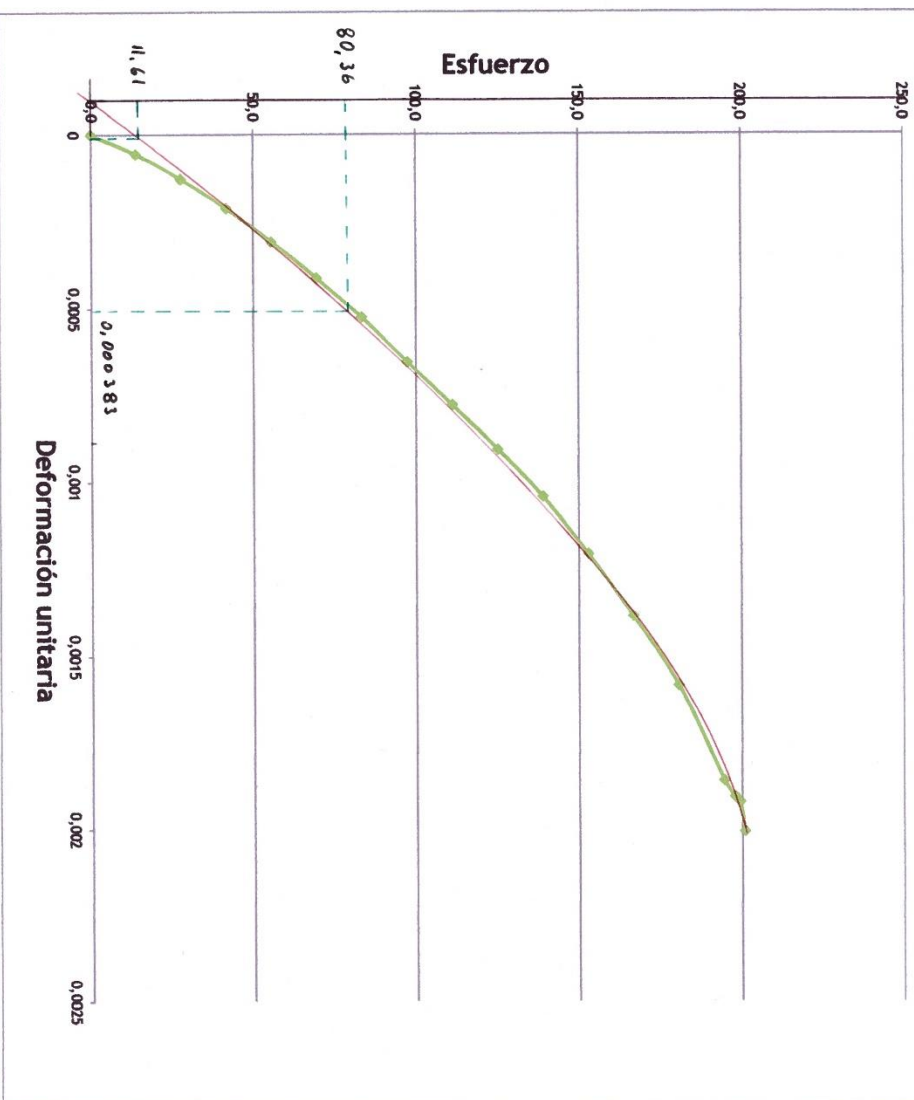
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 16-Nov-2017

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	183.37
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	361371
r (cm)=	15			EG=	123
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max	200.9	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.022	0.01108871	13.9	0.00005544
50000	5098.55507	0.051	0.025705645	27.8	0.00012853
75000	7647.8326	0.084	0.042489919	41.7	0.00021245
100000	10197.1101	0.122	0.061491935	55.6	0.00030746
125000	12746.3877	0.163	0.082157258	69.5	0.00041079
150000	15295.6652	0.208	0.10483871	83.4	0.00052419
175000	17844.9427	0.259	0.130544355	97.3	0.00065272
200000	20394.2203	0.308	0.155241935	111.2	0.00077621
225000	22943.4978	0.359	0.180947581	125.1	0.00090474
250000	25492.7753	0.413	0.208165323	139.0	0.00104083
275000	28042.0529	0.478	0.240927419	152.9	0.00120464
300000	30591.3304	0.549	0.27671371	166.8	0.00138357
325000	33140.608	0.628	0.316532258	180.7	0.00158266
350000	35689.8855	0.728	0.366935484	194.6	0.00183468
355864	36287.844	0.744	0.375	197.9	0.00187500
358697	36576.7282	0.752	0.379032258	199.5	0.00189516
361371	36849.3989	0.773	0.389616935	201.0	0.00194808

Módulo de elasticidad al 10% 91 días Pomasqui $f'_c=200.9 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

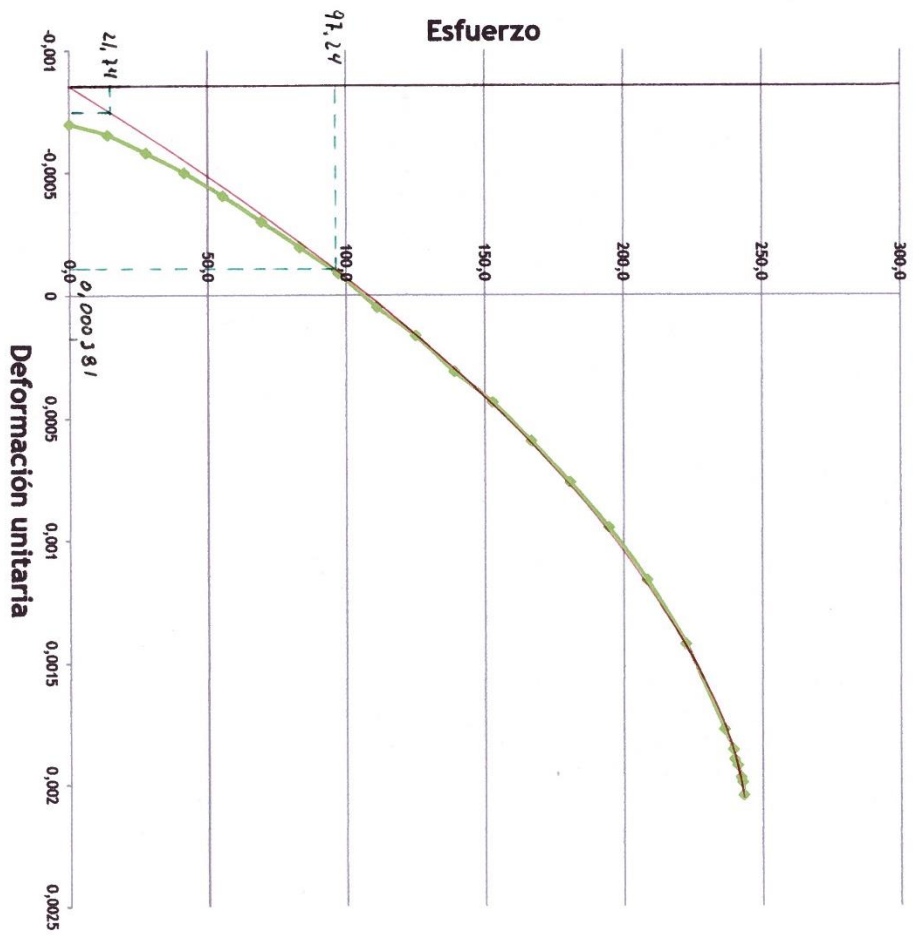
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 14-Dic-2017

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	183.37	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	437246	
r (cm)=	15		EG=	125	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	243.1	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.018	0.009	13.9	0.00004500
50000	5098.55507	0.048	0.024	27.8	0.00012000
75000	7647.8326	0.080	0.04	41.7	0.00020000
100000	10197.1101	0.118	0.059	55.6	0.00029500
125000	12746.3877	0.159	0.0795	69.5	0.00039750
150000	15295.6652	0.202	0.101	83.4	0.00050500
175000	17844.9427	0.245	0.1225	97.3	0.00061250
200000	20394.2203	0.299	0.1495	111.2	0.00074750
225000	22943.4978	0.345	0.1725	125.1	0.00086250
250000	25492.7753	0.403	0.2015	139.0	0.00100750
275000	28042.0529	0.454	0.227	152.9	0.00113500
300000	30591.3304	0.517	0.2585	166.8	0.00129250
325000	33140.608	0.584	0.292	180.7	0.00146000
350000	35689.8855	0.658	0.329	194.6	0.00164500
375000	38239.163	0.744	0.372	208.5	0.00186000
400000	40788.4406	0.849	0.4245	222.4	0.00212250
425000	43337.7181	0.989	0.4945	236.3	0.00247250
430618	43910.5917	1.022	0.511	239.5	0.00255500
431258	43975.8532	1.038	0.519	239.8	0.00259500
433245	44178.4698	1.048	0.524	240.9	0.00262000
435617	44420.3453	1.068	0.534	242.2	0.00267000
436455	44505.7971	1.076	0.538	242.7	0.00269000
437448	44607.0544	1.097	0.5485	243.3	0.00274250
437246	44586.4562	1.013	0.5065	243.1	0.00253250

Módulo de elasticidad al 15% 91 días Pomasqui $f_c=243.1 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico

DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300

NORMA: ASTM C469

EDAD: 91 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez

CALCULADO POR: Esteban Páez

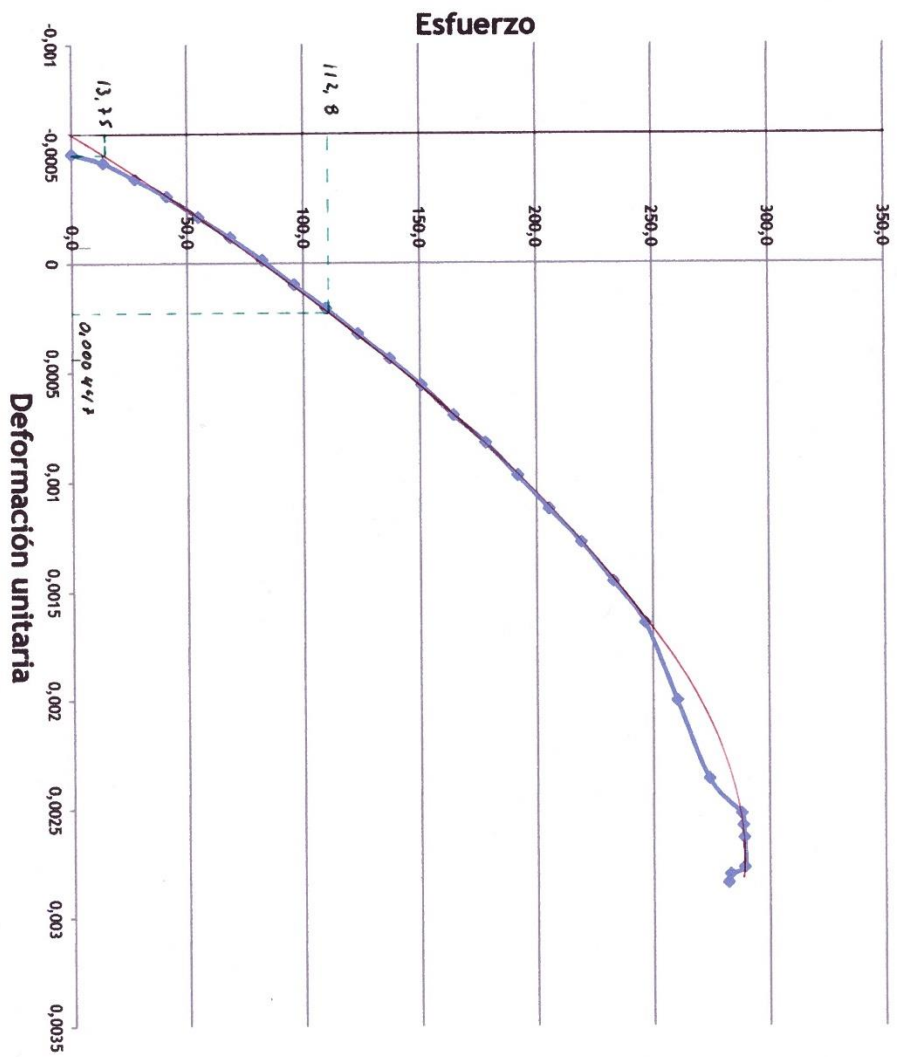
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara

FECHA: 14-Dic-2017

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	186.02	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	514685	
r (cm)=	15		EG=	124	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	282.0	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.016	0.008032129	13.7	0.00004016
50000	5098.55507	0.046	0.023092369	27.4	0.00011546
75000	7647.8326	0.078	0.039156627	41.1	0.00019578
100000	10197.1101	0.116	0.058232932	54.8	0.00029116
125000	12746.3877	0.153	0.076807229	68.5	0.00038404
150000	15295.6652	0.193	0.09688755	82.2	0.00048444
175000	17844.9427	0.238	0.119477912	95.9	0.00059739
200000	20394.2203	0.280	0.140562249	109.6	0.00070281
225000	22943.4978	0.327	0.164156627	123.3	0.00082078
250000	25492.7753	0.373	0.187248996	137.0	0.00093624
275000	28042.0529	0.422	0.21184739	150.7	0.00105924
300000	30591.3304	0.476	0.238955823	164.4	0.00119478
325000	33140.608	0.526	0.264056225	178.2	0.00132028
350000	35689.8855	0.586	0.294176707	191.9	0.00147088
375000	38239.163	0.647	0.324799197	205.6	0.00162400
400000	40788.4406	0.707	0.354919679	219.3	0.00177460
425000	43337.7181	0.778	0.390562249	233.0	0.00195281
450000	45886.9956	0.854	0.428714859	246.7	0.00214357
475000	48436.2732	0.997	0.500502008	260.4	0.00250251
500000	50985.5507	1.140	0.572289157	274.1	0.00286145
525000	53534.8282	1.204	0.604417671	287.8	0.00302209
526424	53680.0351	1.225	0.614959839	288.6	0.00307480
527311	53770.4834	1.248	0.626506024	289.1	0.00313253
527497	53789.4501	1.302	0.653614458	289.2	0.00326807
516233	52640.8476	1.314	0.659638554	283.0	0.00329819
514685	52482.9963	1.329	0.667168675	282.1	0.00333584

Módulo de elasticidad al 15% 91 días Pomasqui $f_c=282.0 \text{ kg/cm}^2$



126 DIAS POMASQUI

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

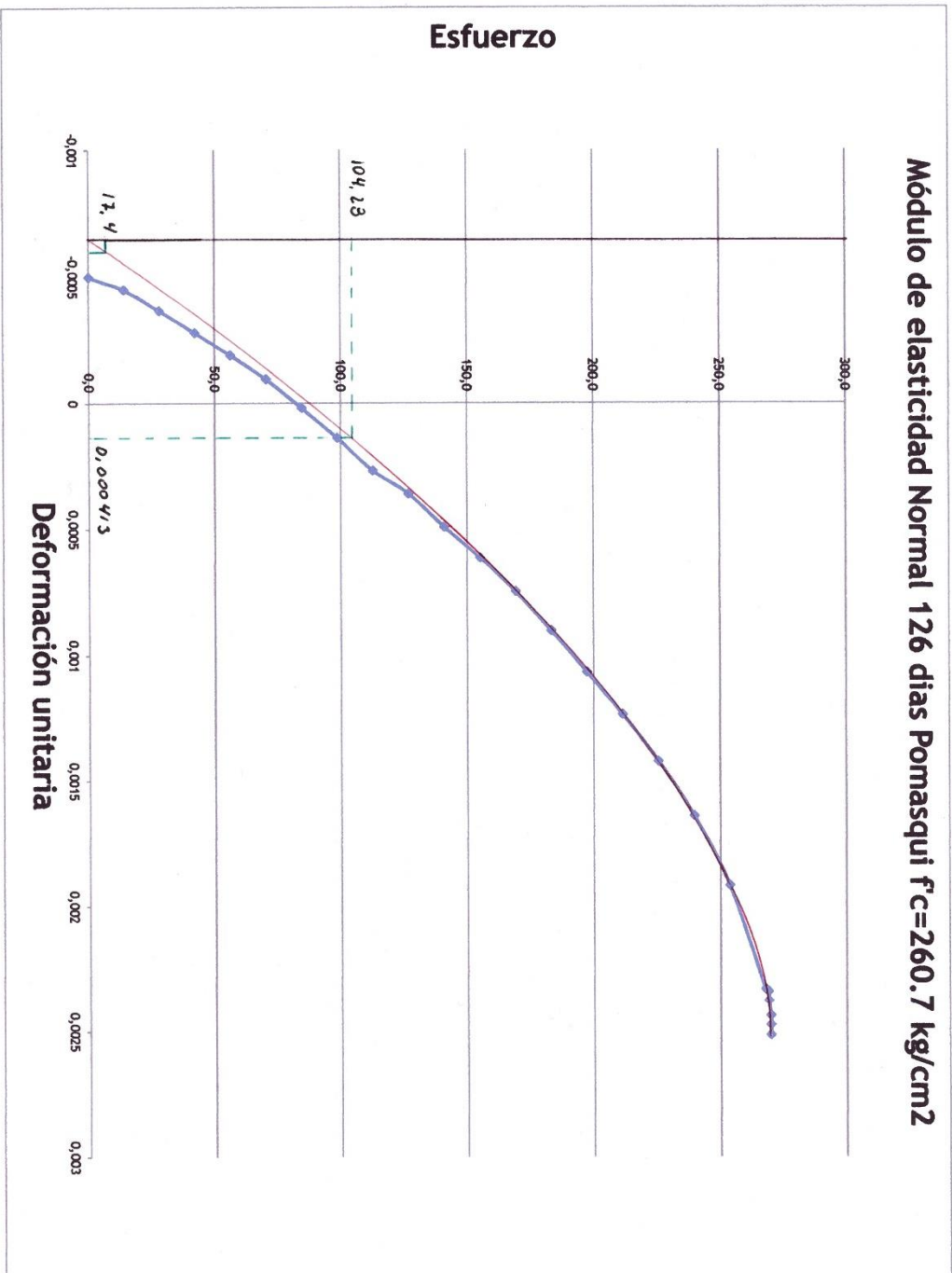
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 15-Ene-2018

MUESTRA					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	180.80	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	462459	
r (cm)=	15		EG=	121	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	260.7	ER=	124

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.021	0.010628571	14.1	0.00005314
50000	5098.55507	0.054	0.027330612	28.2	0.00013665
75000	7647.8326	0.088	0.044538776	42.3	0.00022269
100000	10197.1101	0.123	0.062253061	56.4	0.00031127
125000	12746.3877	0.160	0.080979592	70.5	0.00040490
150000	15295.6652	0.205	0.103755102	84.6	0.00051878
175000	17844.9427	0.253	0.12804898	98.7	0.00064024
200000	20394.2203	0.304	0.153861224	112.8	0.00076931
225000	22943.4978	0.34	0.172081633	126.9	0.00086041
250000	25492.7753	0.392	0.1984	141.0	0.00099200
275000	28042.0529	0.440	0.222693878	155.1	0.00111347
300000	30591.3304	0.493	0.249518367	169.2	0.00124759
325000	33140.608	0.554	0.280391837	183.3	0.00140196
350000	35689.8855	0.619	0.313289796	197.4	0.00156645
375000	38239.163	0.686	0.3472	211.5	0.00173600
400000	40788.4406	0.759	0.384146939	225.6	0.00192073
425000	43337.7181	0.846	0.428179592	239.7	0.00214090
450000	45886.9956	0.955	0.483346939	253.8	0.00241673
475000	48436.2732	1.118	0.565844898	267.9	0.00282922
476967	48636.8503	1.122	0.567869388	269.0	0.00283935
477184	48658.978	1.137	0.575461224	269.1	0.00287731
478646	48808.0598	1.161	0.587608163	270.0	0.00293804
478778	48821.52	1.175	0.594693878	270.0	0.00297347
478736	48817.2372	1.191	0.602791837	270.0	0.00301396
478336	48776.4488	1.206	0.610383673	269.8	0.00305192
462459	47157.4536	1.211	0.612914286	260.8	0.00306457

Módulo de elasticidad Normal 126 días Pomasqui $f_c=260.7 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

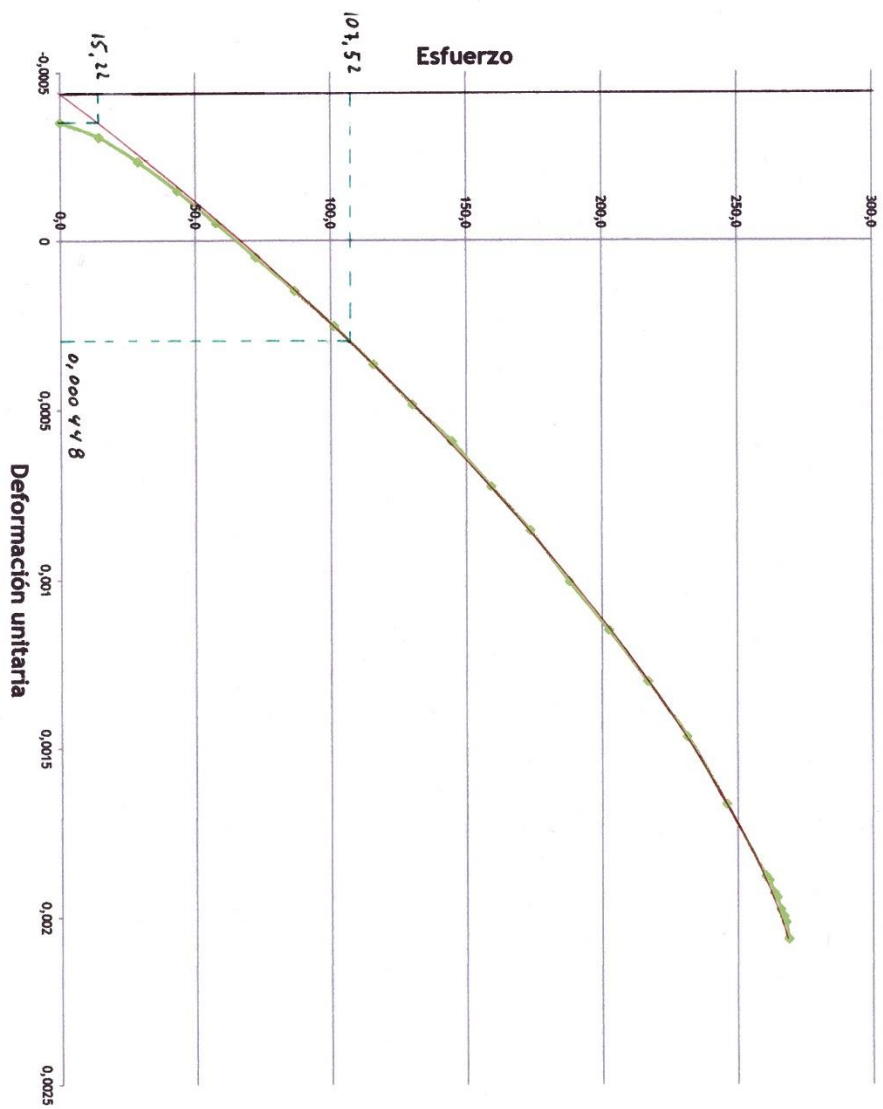
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 15-Ene-2018

MUESTRA					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	176.17
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	464534
r (cm)=	15			EG=	126
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	268.8	ER=	122

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.018	0.008854839	14.5	0.00004427
50000	5098.55507	0.047	0.023120968	28.9	0.00011560
75000	7647.8326	0.082	0.04033871	43.4	0.00020169
100000	10197.1101	0.121	0.059524194	57.9	0.00029762
125000	12746.3877	0.162	0.079693548	72.4	0.00039847
150000	15295.6652	0.202	0.099370968	86.8	0.00049685
175000	17844.9427	0.244	0.120032258	101.3	0.00060016
200000	20394.2203	0.290	0.14266129	115.8	0.00071331
225000	22943.4978	0.339	0.166766129	130.2	0.00083383
250000	25492.7753	0.383	0.18841129	144.7	0.00094206
275000	28042.0529	0.437	0.214975806	159.2	0.00107488
300000	30591.3304	0.490	0.241048387	173.6	0.00120524
325000	33140.608	0.551	0.271056452	188.1	0.00135528
350000	35689.8855	0.609	0.29958871	202.6	0.00149794
375000	38239.163	0.671	0.33008871	217.1	0.00165044
400000	40788.4406	0.738	0.363048387	231.5	0.00181524
425000	43337.7181	0.819	0.402895161	246.0	0.00201448
450000	45886.9956	0.906	0.445693548	260.5	0.00222847
452029	46093.895	0.911	0.448153226	261.6	0.00224077
455223	46419.5907	0.926	0.455532258	263.5	0.00227766
457195	46620.6777	0.931	0.457991935	264.6	0.00228996
459471	46852.7639	0.946	0.465370968	265.9	0.00232685
461477	47057.318	0.954	0.469306452	267.1	0.00234653
462941	47206.6036	0.961	0.47275	268.0	0.00236375
464534	47369.0436	0.981	0.48258871	268.9	0.00241294

Módulo de elasticidad Normal 126 días Pomasqui $f_c=2668.8 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

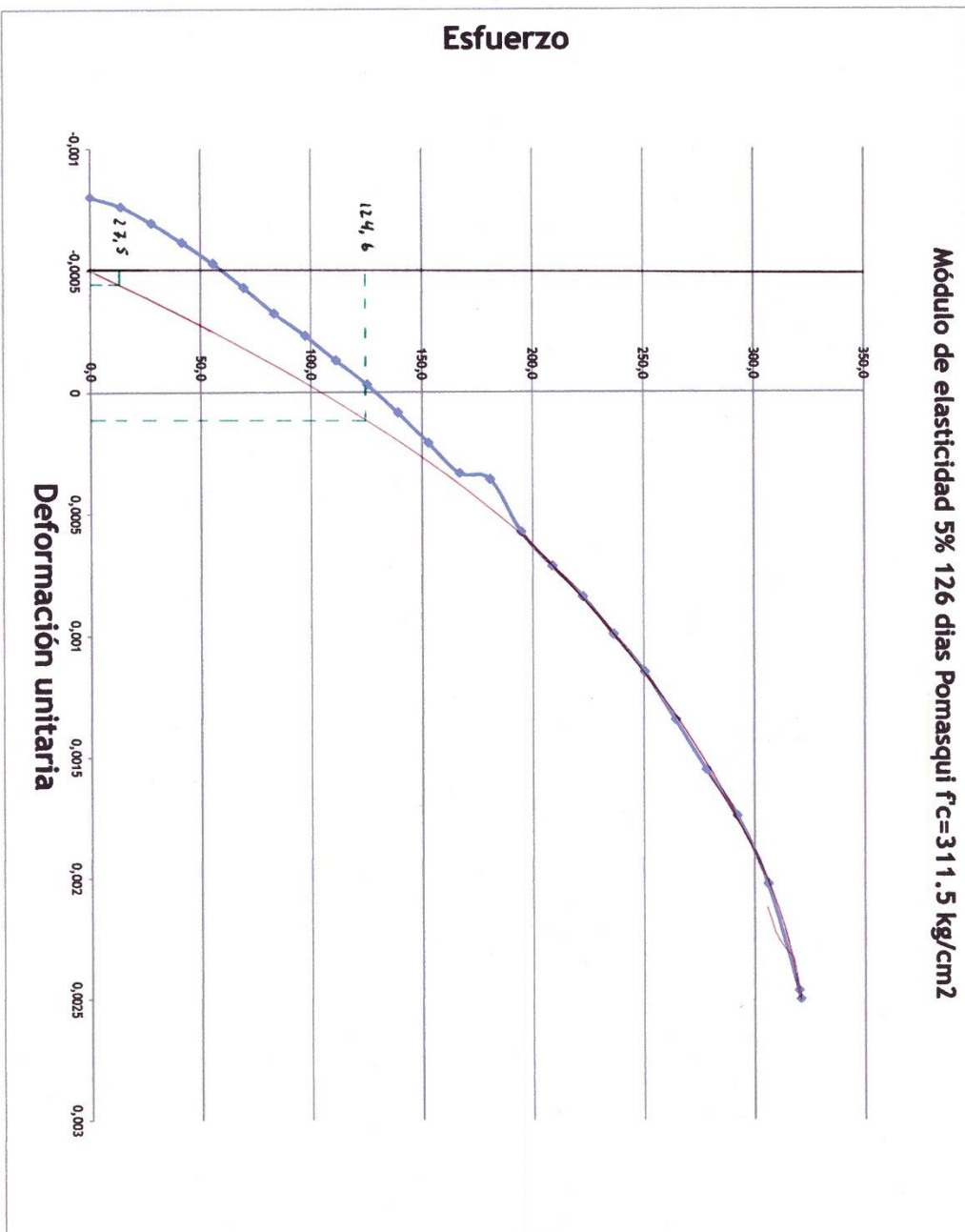
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 15-Ene-2018

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	183.19	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	559817	
r (cm)=	15		EG=	122	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	311.5	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.016	0.008097166	13.9	0.00004049
50000	5098.55507	0.043	0.021761134	27.8	0.00010881
75000	7647.8326	0.074	0.037449393	41.7	0.00018725
100000	10197.1101	0.108	0.05465587	55.7	0.00027328
125000	12746.3877	0.147	0.074392713	69.6	0.00037196
150000	15295.6652	0.189	0.095647773	83.5	0.00047824
175000	17844.9427	0.225	0.113866397	97.4	0.00056933
200000	20394.2203	0.265	0.134109312	111.3	0.00067055
225000	22943.4978	0.304	0.153846154	125.2	0.00076923
250000	25492.7753	0.349	0.176619433	139.2	0.00088310
275000	28042.0529	0.399	0.201923077	153.1	0.00100962
300000	30591.3304	0.448	0.226720648	167.0	0.00113360
325000	33140.608	0.458	0.231781377	180.9	0.00115891
350000	35689.8855	0.543	0.274797571	194.8	0.00137399
375000	38239.163	0.598	0.302631579	208.7	0.00151316
400000	40788.4406	0.649	0.328441296	222.7	0.00164221
425000	43337.7181	0.709	0.358805668	236.6	0.00179403
450000	45886.9956	0.77	0.389676113	250.5	0.00194838
475000	48436.2732	0.848	0.429149798	264.4	0.00214575
500000	50985.5507	0.929	0.4701417	278.3	0.00235071
525000	53534.8282	1.005	0.508603239	292.2	0.00254302
550000	56084.1058	1.116	0.564777328	306.1	0.00282389
575000	58633.3833	1.288	0.651821862	320.1	0.00325911
576600	58796.5371	1.304	0.659919028	321.0	0.00329960
576904	58827.5363	1.340	0.678137652	321.1	0.00339069
576920	58829.1678	1.349	0.682692308	321.1	0.00341346
576514	58787.7675	1.356	0.686234818	320.9	0.00343117
567861	57905.4116	1.369	0.692813765	316.1	0.00346407
559817	57085.1561	1.374	0.69534413	311.6	0.00347672

Módulo de elasticidad 5% 126 días Pomasqui $f_c=311.5 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

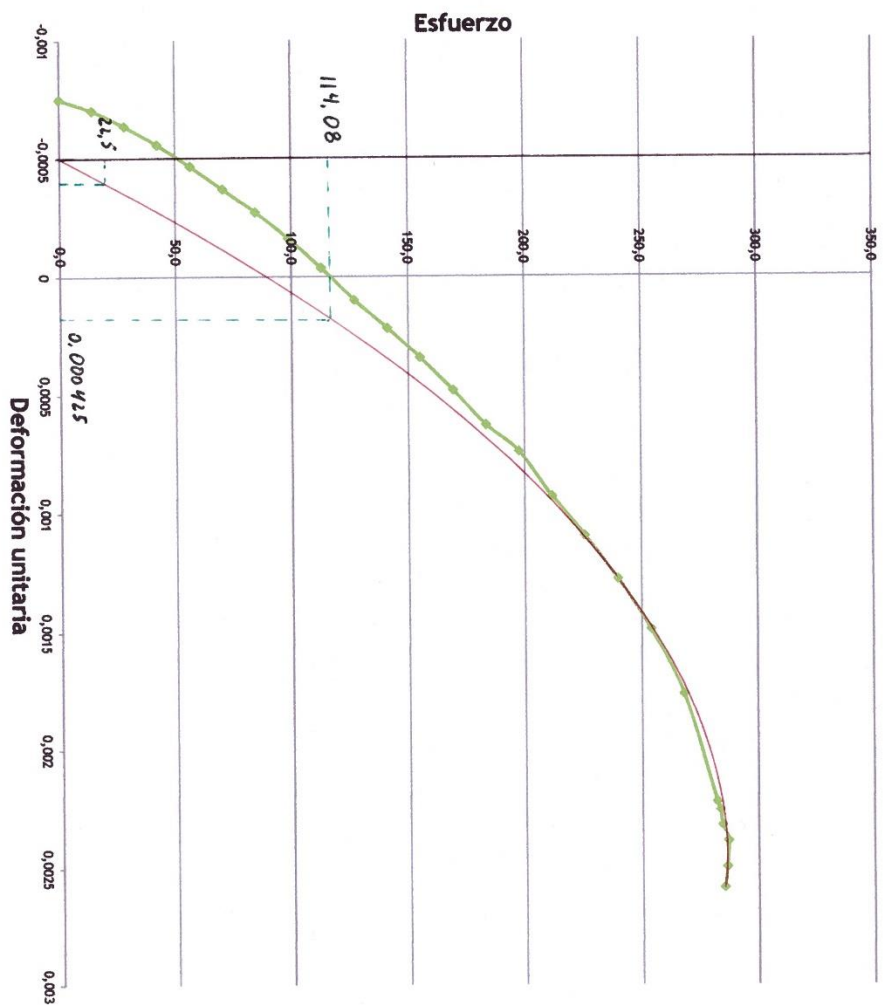
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 15-Ene-2018

MUESTRA 5%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	180.65
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	505483
r (cm)=	15			EG=	125
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	285.2	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.019	0.009575397	14.1	0.00004788
50000	5098.55507	0.045	0.022678571	28.2	0.00011339
75000	7647.8326	0.076	0.038301587	42.3	0.00019151
100000	10197.1101	0.112	0.056444444	56.4	0.00028222
125000	12746.3877	0.150	0.075595238	70.6	0.00037798
150000	15295.6652	0.19	0.095753968	84.7	0.00047877
175000	17844.9427	0.234	0.117928571	98.8	0.00058964
200000	20394.2203	0.283	0.142623016	112.9	0.00071312
225000	22943.4978	0.336	0.169333333	127.0	0.00084667
250000	25492.7753	0.383	0.193019841	141.1	0.00096510
275000	28042.0529	0.433	0.218218254	155.2	0.00109109
300000	30591.3304	0.488	0.245936508	169.3	0.00122968
325000	33140.608	0.546	0.275166667	183.5	0.00137583
350000	35689.8855	0.591	0.297845238	197.6	0.00148923
375000	38239.163	0.666	0.335642857	211.7	0.00167821
400000	40788.4406	0.732	0.368904762	225.8	0.00184452
425000	43337.7181	0.804	0.405190476	239.9	0.00202595
450000	45886.9956	0.888	0.44752381	254.0	0.00223762
475000	48436.2732	0.998	0.502960317	268.1	0.00251480
500000	50985.5507	1.179	0.594178571	282.2	0.00297089
502442	51234.5641	1.193	0.601234127	283.6	0.00300617
503949	51388.2346	1.218	0.613833333	284.5	0.00306917
508350	51837.0094	1.245	0.627440476	287.0	0.00313720
507259	51725.7589	1.288	0.649111111	286.3	0.00324556
505483	51544.6582	1.323	0.66675	285.3	0.00333375

Módulo de elasticidad 5% 126 dias Pomasqui $f_c=285.2 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

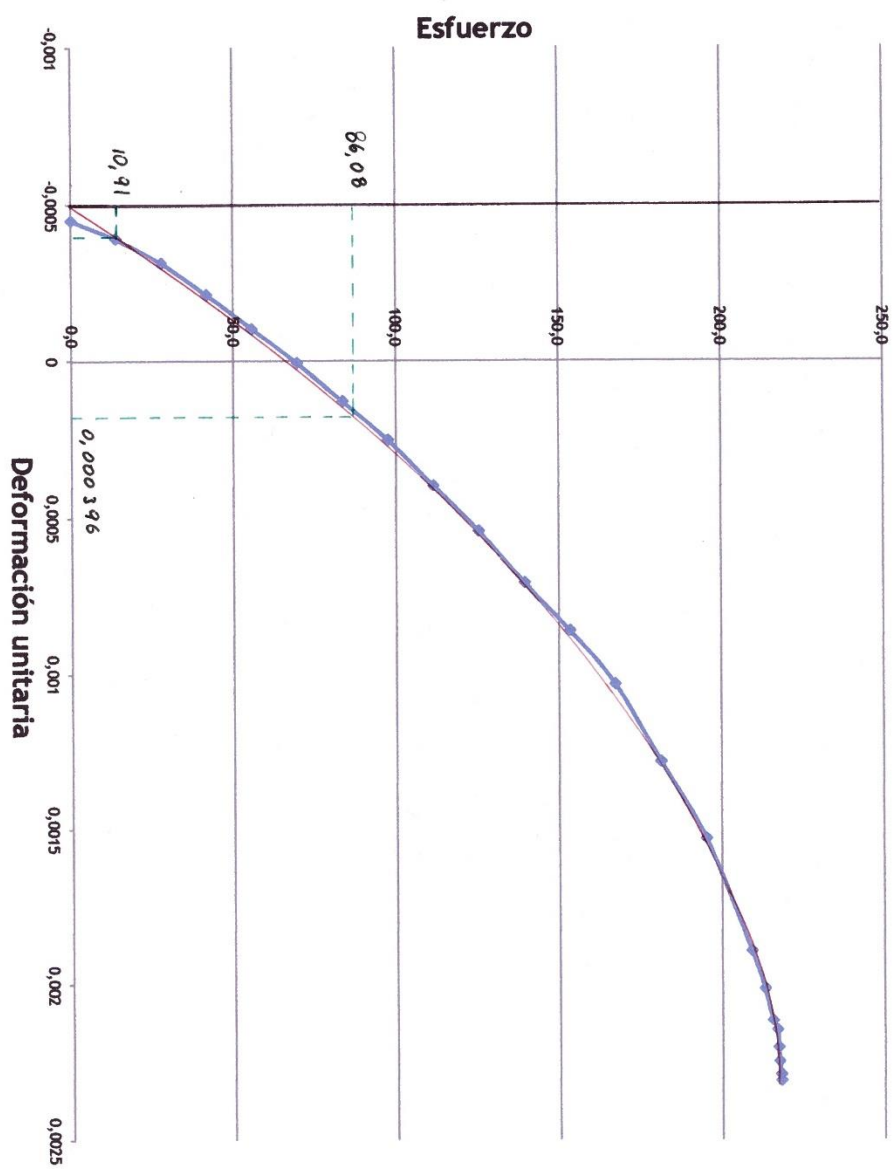
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 15-Ene-2018

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	182.75	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	385882	
r (cm)=	15		EG=	127	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	215.2	ER=	124

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.024	0.011856574	13.9	0.00005928
50000	5098.55507	0.055	0.027171315	27.9	0.00013586
75000	7647.8326	0.096	0.047426295	41.8	0.00023713
100000	10197.1101	0.140	0.069163347	55.8	0.00034582
125000	12746.3877	0.185	0.091394422	69.7	0.00045697
150000	15295.6652	0.234	0.115601594	83.7	0.00057801
175000	17844.9427	0.284	0.140302789	97.6	0.00070151
200000	20394.2203	0.343	0.169450199	111.6	0.00084725
225000	22943.4978	0.402	0.19859761	125.5	0.00099299
250000	25492.7753	0.469	0.231697211	139.5	0.00115849
275000	28042.0529	0.531	0.262326693	153.4	0.00131163
300000	30591.3304	0.600	0.296414343	167.4	0.00148207
325000	33140.608	0.701	0.346310757	181.3	0.00173155
350000	35689.8855	0.802	0.396207171	195.3	0.00198104
375000	38239.163	0.948	0.468334661	209.2	0.00234167
381896	38942.3557	0.998	0.493035857	213.1	0.00246518
386408	39402.4493	1.038	0.512796813	215.6	0.00256398
388860	39652.4825	1.051	0.519219124	217.0	0.00259610
389258	39693.067	1.074	0.530581673	217.2	0.00265291
389823	39750.6807	1.092	0.539474104	217.5	0.00269737
390796	39849.8985	1.109	0.54787251	218.1	0.00273936
391030	39873.7598	1.118	0.552318725	218.2	0.00276159
391029	39873.6578	1.148	0.567139442	218.2	0.00283570
390869	39857.3424	1.157	0.571585657	218.1	0.00285793
386380	39399.5942	1.171	0.578501992	215.6	0.00289251
385882	39348.8125	1.185	0.585418327	215.3	0.00292709

Módulo de elasticidad al 10% 126 días Pomasqui $f'_c=215.2 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

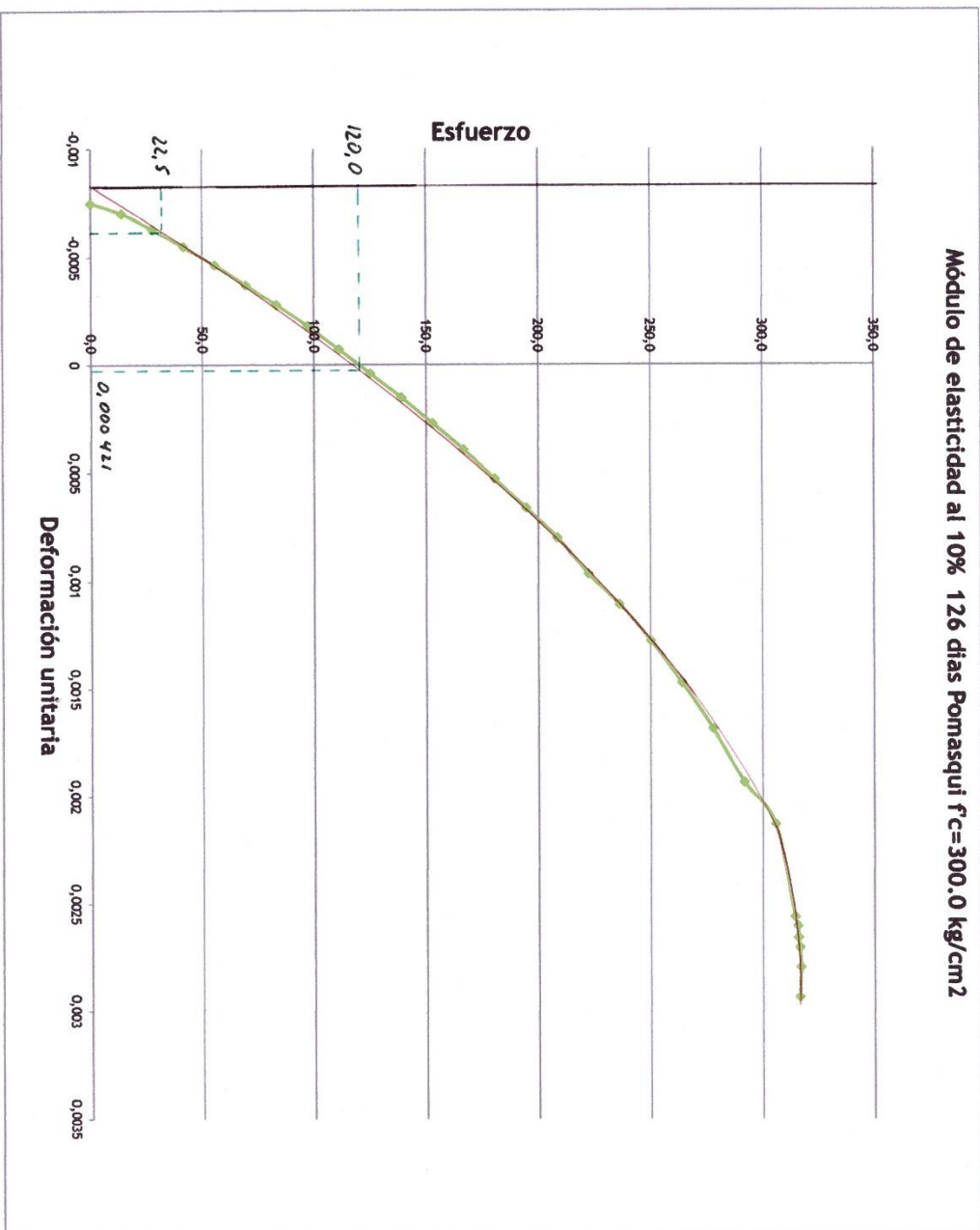
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido humico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 15-Ene-2018

MUESTRA 10%					
Lo(mm)=	200		Area(cm2)=	183.37	
L(cm)=	30		Carga Rotura(N)=	539602	
r (cm)=	15		EG=	122	
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	300.0	ER=	125

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.27753	0.019	0.009615385	13.9	0.00004808
50000	5098.55507	0.048	0.024291498	27.8	0.00012146
75000	7647.8326	0.079	0.039979757	41.7	0.00019990
100000	10197.1101	0.113	0.057186235	55.6	0.00028593
125000	12746.3877	0.150	0.075910931	69.5	0.00037955
150000	15295.6652	0.187	0.094635628	83.4	0.00047318
175000	17844.9427	0.226	0.11437247	97.3	0.00057186
200000	20394.2203	0.268	0.13562753	111.2	0.00067814
225000	22943.4978	0.312	0.157894737	125.1	0.00078947
250000	25492.7753	0.356	0.180161943	139.0	0.00090081
275000	28042.0529	0.403	0.203947368	152.9	0.00101974
300000	30591.3304	0.452	0.228744939	166.8	0.00114372
325000	33140.608	0.505	0.255566802	180.7	0.00127783
350000	35689.8855	0.558	0.282388664	194.6	0.00141194
375000	38239.163	0.612	0.309716599	208.5	0.00154858
400000	40788.4406	0.678	0.343117409	222.4	0.00171559
425000	43337.7181	0.735	0.371963563	236.3	0.00185982
450000	45886.9956	0.801	0.405364372	250.2	0.00202682
475000	48436.2732	0.878	0.444331984	264.1	0.00222166
500000	50985.5507	0.962	0.486842105	278.0	0.00243421
525000	53534.8282	1.061	0.53694332	291.9	0.00268472
550000	56084.1058	1.137	0.575404858	305.8	0.00287702
565529	57667.615	1.308	0.66194332	314.5	0.00330972
567879	57907.2471	1.325	0.670546559	315.8	0.00335273
568285	57948.6474	1.346	0.681174089	316.0	0.00340587
569262	58048.2731	1.364	0.690283401	316.6	0.00345142
570088	58132.5012	1.400	0.708502024	317.0	0.00354251
569225	58044.5002	1.456	0.736842105	316.5	0.00368421
567208	57838.8245	1.462	0.739878543	315.4	0.00369939
563768	57488.0439	1.496	0.75708502	313.5	0.00378543
561001	57205.8899	1.536	0.777327935	312.0	0.00388664
539602	55023.8103	1.576	0.79757085	300.1	0.00398785

Módulo de elasticidad al 10% 126 días Pomasqui $f'_c=300.0 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

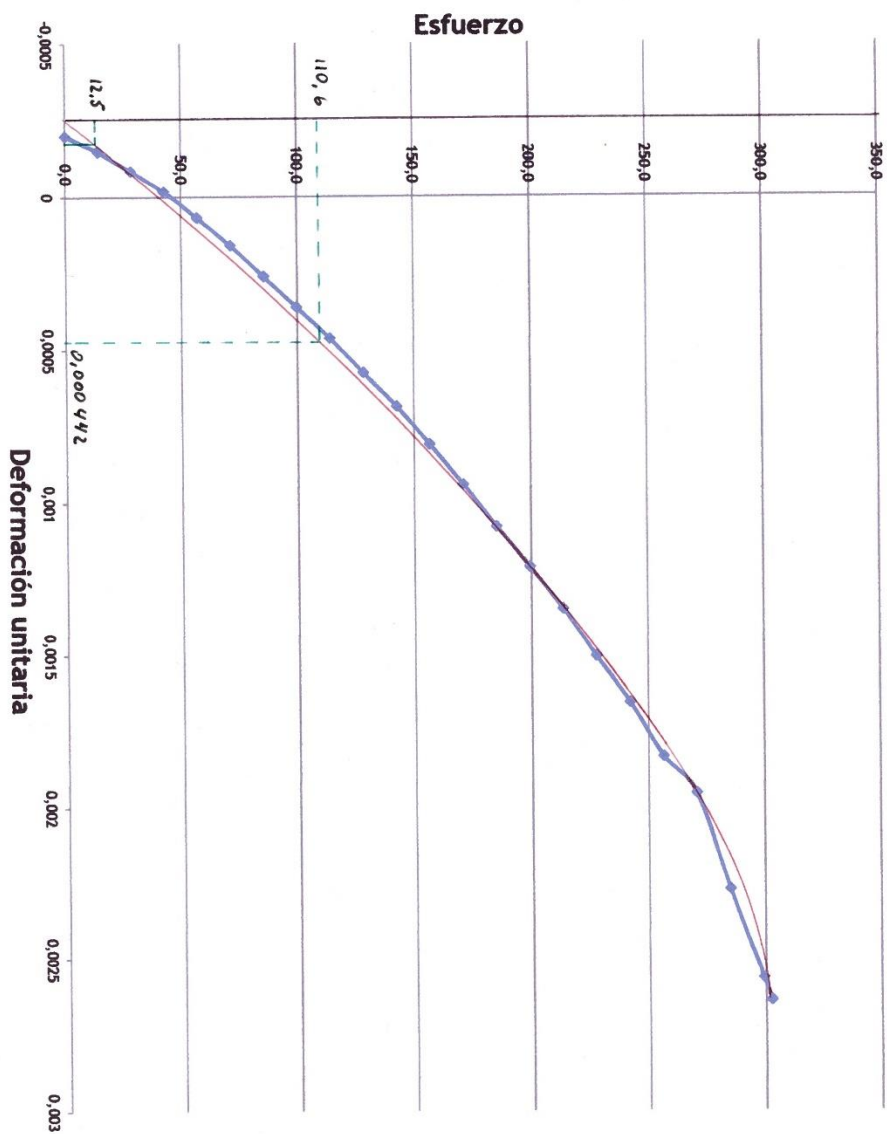
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 15-Ene-2018

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	178.91
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	485377
r (cm)=	15			EG=	125
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	276.5	ER=	127

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.020	0.010079365	14.2	0.00005040
50000	5098.555069	0.045	0.022678571	28.5	0.00011339
75000	7647.832604	0.072	0.036285714	42.7	0.00018143
100000	10197.11014	0.106	0.053420635	57.0	0.00026710
125000	12746.38767	0.142	0.071563492	71.2	0.00035782
150000	15295.66521	0.182	0.091722222	85.5	0.00045861
175000	17844.94274	0.222	0.111880952	99.7	0.00055940
200000	20394.22028	0.263	0.132543651	114.0	0.00066272
225000	22943.49781	0.308	0.155222222	128.2	0.00077611
250000	25492.77535	0.352	0.177396825	142.5	0.00088698
275000	28042.05288	0.401	0.20209127	156.7	0.00101046
300000	30591.33042	0.453	0.228297619	171.0	0.00114149
325000	33140.60795	0.508	0.256015873	185.2	0.00128008
350000	35689.88549	0.560	0.282222222	199.5	0.00141111
375000	38239.16302	0.615	0.309940476	213.7	0.00154970
400000	40788.44056	0.677	0.341186508	228.0	0.00170593
425000	43337.71809	0.737	0.371424603	242.2	0.00185712
450000	45886.99563	0.808	0.407206349	256.5	0.00203603
475000	48436.27316	0.856	0.431396825	270.7	0.00215698
500000	50985.55069	0.981	0.494392857	285.0	0.00247196
525000	53534.82823	1.098	0.553357143	299.2	0.00276679
530887	54135.1321	1.127	0.567972222	302.6	0.00283986
535184	54573.30193	1.151	0.58006746	305.0	0.00290034
541799	55247.84076	1.204	0.606777778	308.8	0.00303389
542797	55349.60792	1.214	0.61181746	309.4	0.00305909
543792	55451.06917	1.239	0.624416667	309.9	0.00312208
543903	55462.38796	1.244	0.626936508	310.0	0.00313468
543798	55451.68099	1.279	0.644575397	309.9	0.00322288
538661	54927.85545	1.289	0.649615079	307.0	0.00324808
485377	49494.42728	1.341	0.675821429	276.6	0.00337911

Módulo de elasticidad al 15% 126 días Pomasqui $f'_c=276.5 \text{ kg/cm}^2$



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

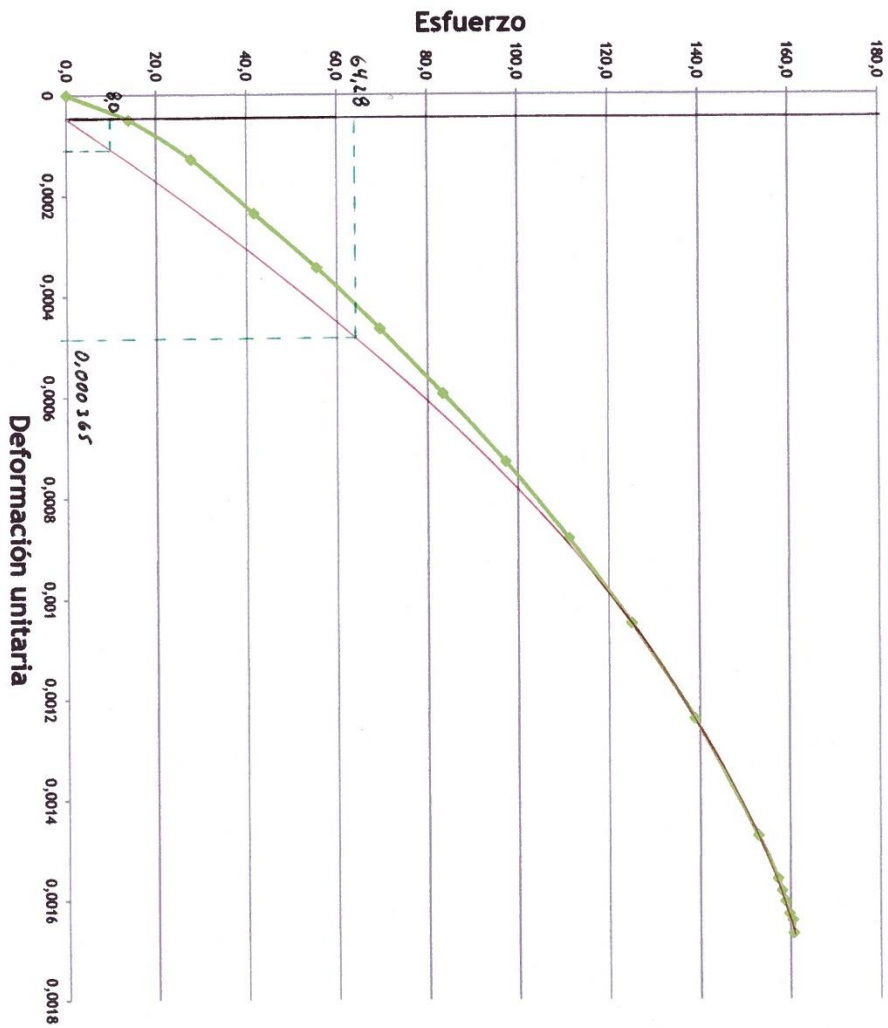
PROYECTO: Incidencia en las propiedades mecánicas y físicas de hormigones sometidos a ácido húmico
DESCRIPCIÓN: Cilindros de 150*300
NORMA: ASTM C469
EDAD: 126 días

ENSAYADO POR: Esteban Páez
CALCULADO POR: Esteban Páez
REVISADO POR: Ing. Lauro Lara
FECHA: 15-Ene-2018

MUESTRA 15%					
Lo(mm)=	200			Area(cm2)=	183.37
L(cm)=	30			Carga Rotura(N)=	289009
r (cm)=	15			EG=	124
PUH (ton/m3)	2.285	f_c max (Kg/cm2)	160.7	ER=	126

CARGA APLICADA		DEFORMACION DEL DIAL	DEFORMACION DEL CILINDRO	ESFUERZO	DEFORMACION UNITARIA
N	KG	mm	mm	kg/cm2	mm/mm
0	0	0		0.0	0
25000	2549.277535	0.020	0.01008	13.9	0.00005040
50000	5098.555069	0.051	0.025704	27.8	0.00012852
75000	7647.832604	0.093	0.046872	41.7	0.00023436
100000	10197.11014	0.136	0.068544	55.6	0.00034272
125000	12746.38767	0.184	0.092736	69.5	0.00046368
150000	15295.66521	0.235	0.11844	83.4	0.00059220
175000	17844.94274	0.289	0.145656	97.3	0.00072828
200000	20394.22028	0.349	0.175896	111.2	0.00087948
225000	22943.49781	0.416	0.209664	125.1	0.00104832
250000	25492.77535	0.492	0.247968	139.0	0.00123984
275000	28042.05288	0.584	0.294336	152.9	0.00147168
282809	28838.34521	0.618	0.311472	157.3	0.00155736
284388	28999.35758	0.628	0.316512	158.1	0.00158256
285866	29150.07087	0.636	0.320544	159.0	0.00160272
287267	29292.93238	0.646	0.325584	159.7	0.00162792
288679	29436.91558	0.651	0.328104	160.5	0.00164052
289009	29470.56604	0.662	0.333648	160.7	0.00166824

Módulo de elasticidad al 15% 126 días Pomasqui $f'_c=160.7 \text{ kg/cm}^2$







28 DIAS POMASQUI VIGUETAS

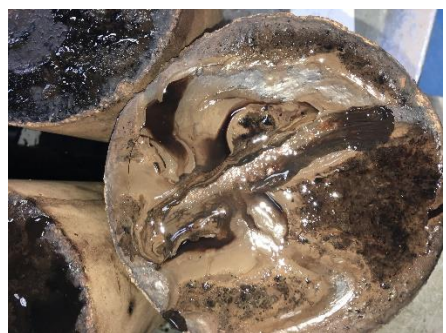






91 DIAS POMASQUI





126 DIAS POMASQUI





126 DIAS POMASQUI VIGUETAS



